

Humerusfrakturen bei der Katze

Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970 — 1978

Marianne Susanne Staimer

1980

Aus der chirurgischen Tierklinik
der Tierärztlichen Fakultät der
Universität München
Vorstand: Prof. Dr. Dr.h.c. H. Schebitz

HUMERUSFRAKTUREN BEI DER KATZE
Behandlung und Ergebnisse
in den Jahren 1970 - 1978

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Marianne Susanne Staimer
aus
München

München 1980

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: Prof. Dr. J. v. Sandersleben
Referent: Prof. Dr. Dr. h.c. H. Schebitz
Korreferent: Prof. Dr. B. Vollmerhaus

Tag der Promotion: 25.7.1980



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. LITERATUR	2
2.1.1. Zur Entstehung von Frakturen am Röhrenknochen	2
2.1.2. Zur Frakturheilung	9
2.2.1. Häufigkeit der Humerusfraktur bei der Katze	12
2.2.2. Behandlungsverfahren	16
2.2.2.1. Konservative Verfahren	16
2.2.2.2. Operative Therapieverfahren	17
3. ZUR ANATOMIE DES HUMERUS DER KATZE	21
3.1. Form des Humerus	21
3.2. Entwicklung des Oberarmknochens der Katze	28
4. ZUR OBERARMFRAKTUR DER KATZE	
Dokumentationsanalyse der Jahre 1970-1978	29
4.1. Häufigkeit, Alters- und Geschlechtsverteilung	29
4.2. Ursache der Fraktur und zusätzliche Verletzungen	32
4.3. Lokalisation und Form der Frakturen	34
4.4. Behandlung: Verfahren, Indikationsstellung, Ergebnisse	41
4.4.1. Konservative Therapie - Ergebnisse	44
4.4.2. Operative Therapie - Ergebnisse	48
4.4.2.1. Zur Epiphysiolysis capitis humeri	48
4.4.2.2. Zur Oberarmschaftfraktur	48
4.4.2.3. Zur Humerusfraktur im Bereich der distalen Epiphyse	53
4.4.2.3.1. Supracondyläre Humerusfraktur	53
4.4.2.3.2. Fraktur der Trochlea und des Capitulum humeri	53
4.4.2.3.3. Y - Fraktur	54
4.4.2.4. Implantatentfernung	55
5. OPERATIONSVERFAHREN	59
5.1. Lagerung der Patienten	59
5.2. Epiphysiolysis capitis humeri, proximale Humerusschaftfrakturen	63

	Seite
5.3. Frakturen der Schaftmitte des Humerus offene Markraumfixation	64
5.4. Schaftsplitterfrakturen, distale Schaft- frakturen	65
5.5. Frakturen des Capitulum humeri	67
5.6. Frakturen der Trochlea humeri	68
5.7. Supracondyläre Humerusfrakturen	69
5.8. Y - Frakturen des Humerus	71
6. DISKUSSION	91
7. ZUSAMMENFASSUNG	97
8. SUMMARY	99
9. LITERATURVERZEICHNIS	101

1. EINLEITUNG

Oberarmfrakturen werden bei Kleintieren relativ selten beobachtet, dies trifft allgemein auch für die Katze zu. Wie bei allen Knochenbrüchen, ist die volle Wiederherstellung der Funktion das Ziel der Behandlung.

Meine Aufgabe ist es, anhand der Katzen, die in den Jahren 1970 - 1978 mit Oberarmbrüchen in die Chirurgische Tierklinik eingeliefert wurden, die Behandlung und deren Ergebnisse zu erfassen und zu beurteilen. Die Verfahren der Versorgung werden dargestellt.

2. LITERATUR

2.1.1. Zur Entstehung von Frakturen am Röhrenknochen

Physikalisch technisch betrachtet steht der Knochen zwischen plastischem und sprödem Werkstoff (STORCK 1947). Festigkeit und Härte bestimmen seine Reaktion auf Belastungen (Zug, Druck, Biegung). Die Festigkeit, d.h. der Widerstand den ein Material der Trennung seiner Teile entgegensetzt (Kohäsion), wird beim Knochen weitgehend vom Aufbau seines Kolloidgerüsts bestimmt (Knochenfibrillen, kollagene Fasern). Die Härte, d.h. der Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines anderen in seine Oberfläche beim Erleiden bleibender Formveränderungen entgegensetzt (z.B. Scherfestigkeit) hängt von der lamellär geschichteten Knochengrundsubstanz (Ossein, Knochenerden) ab (STORCK 1947; GRAU, WALTER 1967).

Der Knochen reagiert als lebendes Organ auf verschiedenste statische (Sehnen, Bänder, Druck) und dynamische Kräfte, die von außen einwirken. Sein Strukturaufbau (Kompakta, Spongiosa, Corticalis) ändert sich je nach Belastung (einseitige Belastung Anbau von Knochensubstanz, einseitige Entlastung Abbau von Knochensubstanz, Änderung der Spongiosastruktur): Zug- und Druckkräfte können auf der Knochenoberfläche die Bildung von Höckern oder Furchen etc. bewirken. Bei diesen Umformungsvorgängen sind immer Osteoklasten und Osteoblasten gleichmäßig beteiligt (NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1968). Zusätzlich verändern sich nach Alter des Knochens Festigkeit und Härte, der junge Knochen hat die größere Festigkeit, der senile die größere Härte.

Wirken Kräfte auf den Knochen ein, die seine Festigkeit und die davon abhängige Zerreißgrenze überschreiten, bricht der Knochen. Liegen die einwirkenden Kräfte unter der Zerreißgrenze, so erfolgt eine reversible, elastische Deformation (STORCK 1947; GERLACH 1960; NEUERT 1969). Die Festigkeit des Knochens ist insgesamt am geringsten,

wenn die Kraft senkrecht zur Achse der physiologischen Belastung auftritt, am größten, wenn die Kraft in Richtung der physiologischen Belastung einwirkt. Bei welcher "Gewalt" die Fraktur schließlich entsteht, hängt weitgehend von der Richtung der Gewalteinwirkung ab. Allgemein ist die Druckfestigkeit des Knochens größer als die Zugfestigkeit. Viele Frakturen entstehen demnach durch Zerrung des Knochengefüges. Der Bruch erfolgt senkrecht zur Zugrichtung (STORCK 1947).

Bei jeder Belastung des Knochens treten Schubkräfte auf, die plastische Verformung erfolgt in Richtung der Schubkräfte. Diese wirken nicht nur in der direkten Umgebung eines Bruches, sondern durchsetzen den gesamten Knochenabschnitt, soweit er unter genügend hoher Belastung steht. Schubkräfte wirken sich bei statischer Beanspruchung in der Regel stärker aus als bei dynamischer (HAASE 1936).

Die meisten Frakturen entstehen durch von außen auf den Körper einwirkende Gewalt - Trauma. Entsteht die Fraktur am Ort der Gewalteinwirkung, handelt es sich um eine "direkte" Fraktur: ist der Bruch entfernt vom Ort der äußeren Gewalteinwirkung entstanden, wird dies als "indirekte" Fraktur bezeichnet. Führen übermäßige Zugkräfte von Muskeln oder Bändern zu Brüchen, so kann man dies als Ab- bzw. Ausrißfraktur bezeichnen. Wird eine Fraktur durch schon bestehende Knochenveränderungen begünstigt, spricht man von einer "pathologischen oder Spontanfraktur" (ALLGÖWER 1972). Die Ursache ist in einer reduzierten Festigkeit des Knochens infolge lokaler Knochenveränderungen oder einer generalisierten Skeletterkrankung zu sehen (SCHEBITZ, BRASS 1975). Nach der Art der Zusammenhangstrennung des Knochens unterscheidet man unvollständige und vollständige Frakturen (SCHEBITZ, BRASS 1975).

Bei unvollständigen Frakturen (Grünholzfrakturen) ist die Kontinuität des Knochens erhalten. Unvollständige Brüche findet man meist im Wachstumsalter. In Ausnahmefällen bleibt das Periost über dem Bruchspalt erhalten - es besteht eine sogenannte subperiostale Fraktur.

Vollständige Frakturen sind durch diskontinuierliche Zusammenhangstrennung des Knochens in zwei und mehrere Bruchstücke gekennzeichnet.

Je nach Lokalisation werden Frakturen am Röhrenknochen in den Bereich der Epiphysen, Metaphysen oder der Diaphyse unterteilt (SCHEBITZ, BRASS 1975). Auf Grund der Form lassen sich Quer-, Längs-, Schräg-, Spiral-, Splitter- und Trümmerbruch unterscheiden.

Nach dem Entstehungsmechanismus trennt man Biegungs-, Abknickungs-, Torsions- und Kompressionsfrakturen (ALLGÖWER 1972). Bei der Biegungsfraktur treten an der Konvexseite des Knochens Zugspannungen, an der Konkavseite Druckspannungen auf. Bei Überschreiten der Reißfestigkeit entsteht an der Kuppe der Konvexität ein verschieden langer Querriß. Bei weiterem Biegen bildet sich nach der Konkavseite hin ein mehr oder weniger vollständiges Biegungsdreieck (Abb. 1). Ein Abknickungsbruch entsteht ebenfalls durch Biegungskräfte. Der eine Teil des Knochens ist fixiert, der andere wird belastet (Biegung). Neben der Fixationsstelle entsteht bei Überschreiten der Festigkeitsgrenze eine Querfraktur (Abb. 2).

Torsionsfrakturen entstehen als spiralförmig verlaufende Zugfrakturen, bei Fixierung eines Knochenendes und gleichzeitiger übermäßiger Dehnung und Drehung des "freien" Knochens. Dies ergibt eine schraubenförmig verlaufende Bruchlinie. Fast immer sind mit diesem Torsionsvorgang Biegung und Stauchung verbunden, was zum Herausbrechen eines rautenförmigen Fragments, der Bildung eines sogenannten Drehkeils führt (Abb. 3).

Kompressionsbrüche im spongiösen Knochen sind durch Einbruch der wabenartigen Struktur der Spongiosa gekennzeichnet. Die Kompakta der langen Röhrenknochen birzt unter übermäßiger Belastung (Zugspannungen) auf die Längsachse (Abb. 4). Bei manschettenförmiger Quetschung entstehen am Ort der Gewalteinwirkung Trümmerzonen (Abb. 5).

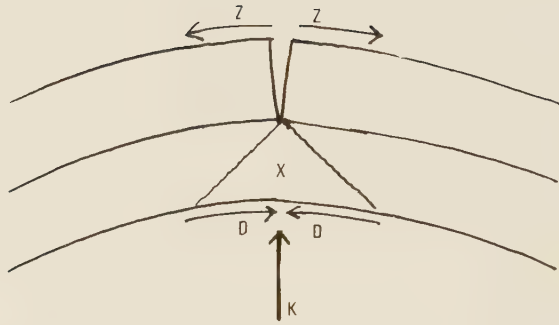
Hat der Knochenbruch Verbindung mit der Hautoberfläche, wird dies als offener Bruch bezeichnet. Besteht keine Haut-

wunde im Frakturbereich, handelt es sich um eine gedeckte Fraktur.

Offene Frakturen sind prinzipiell als infiziert zu betrachten (ALLGÖWER 1972; SCHEBITZ, BRASS 1975).

Die Diagnose -Fraktur- wird auf Grund charakteristischer klinischer Symptome: Dislokation, Umfangsvermehrung, Krepitation, Funktionsausfall, Schmerz gestellt. Die klinische Diagnose ist durch Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen zu sichern (SCHEBITZ, BRASS 1975). Abgesehen davon müssen Schädigungen des umliegenden Gewebes (Nerven, Blutgefäße, Muskulatur) mitberücksichtigt werden.

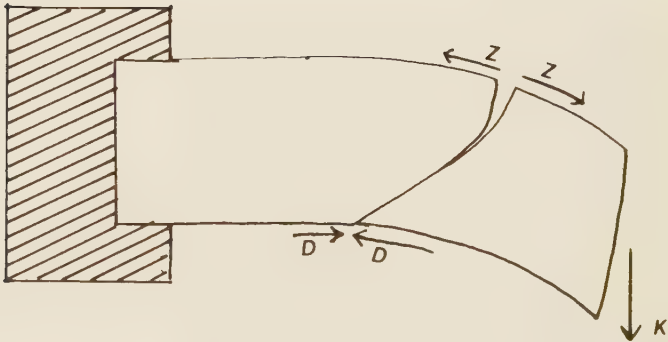
Abb.1



Bieungsfraktur

Z = ZUG
 D = DRUCK
 K = KRAFT
 X = BIEGUNGS-
DREIECK

Abb.2



Abnickungsfraktur

Abb.3

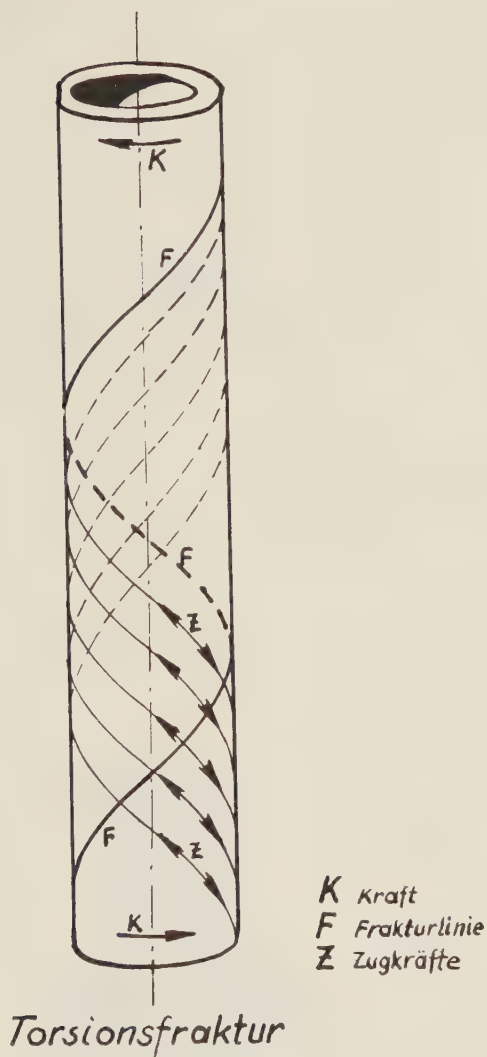
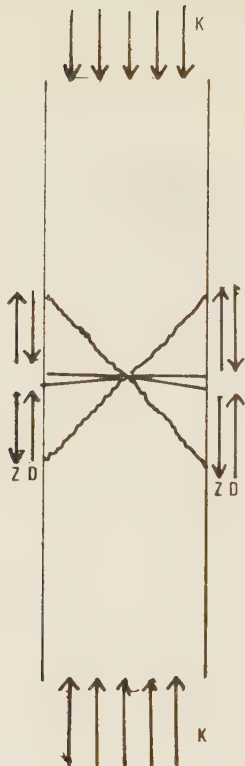


Abb.4

Kompressionsfraktur



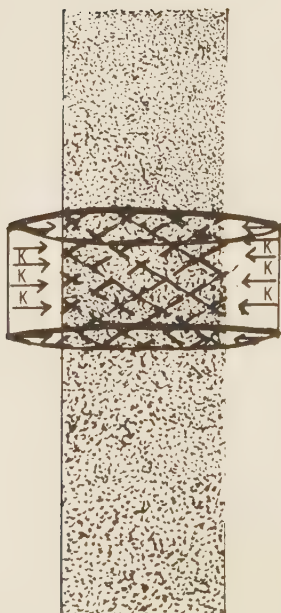
D = D R U C K

Z = Z U G

K = K R A F T

Abb.5

Trümmerfraktur



K = K R A F T

2.1.2. Zur Frakturheilung

Die Grundprinzipien jeder Frakturbehandlung sind Reposition, Fixation und ununterbrochene Ruhigstellung der Fragmente (ALLGÖWER 1972). Dies kann nach Reposition durch konservative (Verband) und operative Methoden erreicht werden (SCHEBITZ, BRASS 1975).

Voraussetzung für ungestörte Knochenheilung sind gute Blutversorgung des Knochens und der Weichteile, mechanische Ruhe und fehlende Infektion. Der Heilungsverlauf einer Fraktur richtet sich nach dem Maß der Adaptation und Fixation der Knochenfragmente.

Entsprechend der Wundheilung unterscheidet man primäre (ohne bzw. mit unwesentlicher Kallusbildung) und sekundäre (deutliche Kallusbildung) Knochenbruchheilung (Tabelle 1).

Tabelle 1: Kennzeichen der primären und sekundären Frakturheilung

Art der Frakturheilung	maximaler Abstand der Fragmente	Stabilität der Fixation	Heilung	Phasen des Heilungsverlaufs
primär:				
1. Kontaktheilung	200 μ	100 % Stabilität	Regeneration des Knochengewebes	Kontaktzone wird von Osteonen durchwachsen
2. Spaltheilung				
	0,5 mm	100 % Stabilität	Regeneration des Knochengewebes	primär: Bildung von Knochenfasergewebe sekundär: Neubildung von Osteonen
sekundär:				
	$\approx$ 1 mm	geringe Zug- und Scherkräfte	Reparation des Knochengewebes	1. angiogene, desmale, chondrale Kallusbildung 2. Ausbildung von Ersatzknochengewebe 3. Neubildung von Osteonen

nach: SCHEBITZ, BRASS 1975; SCHENK 1977 u. 1978;
JOHNER 1972; ALLGÖWER 1972

Sofort nach Eintritt der Knochenfraktur entsteht zwischen den Fragmenten ein Haematom. An den Frakturenden ist ein schmaler Streifen des Knochengewebes devitalisiert. Am 2. Tag beginnt die proliferative zelluläre Reaktion, die zur Heilung (Reparation) des Gewebes führt.

Primäre Knochenbruchheilung

Unter absoluter mechanischer Ruhe und maximaler Adaptation der Frakturenden unter Druck sind lediglich die mesenchymalen Elemente der Osteone vorhanden. Osteoklasten an der Spitze der Osteone bauen das devitalisierte Knochengewebe ab und schaffen so Raum für den Aufbau lamellären Knochens. Auf- und Abbaü des Knochengewebes laufen gleichzeitig ab. Die Osteone wachsen von der einen in die andere Corticalis hinüber.

Gibt der Frakturspalt Raum, wachsen Gefäßsprossen ein. Der Frakturspalt füllt sich mit geflechtartigem Knochengewebe aus. Sekundär wachsen Osteone von der einen in die andere Corticalis. Es entsteht kein Kallus (SCHENK 1975; SCHEBITZ, BRASS 1975; ALLGÖWER 1972).

Sekundäre Knochenbruchheilung

Aus den Randbereichen der Frakturenden (Weichteilgewebe, Knochenmark, Haverssche Kanäle) wachsen Kapillaren in den Bruchspalt ein. Etwas später treten interzellulärsubstanzbildende Bindegewebszellen auf. Dadurch werden die Frakturenden durch junges Bindegewebe (Granulationsgewebe) miteinander verbunden, dieses entspricht dem vorläufigen bindegewebigen Kallus (je nach Herkunft periostaler-, endostaler-, kortikaler Kallus). Die weitere Differenzierung des Granulationsgewebes hängt von den mechanischen Verhältnissen im Frakturbereich ab.

Bei Ruhigstellung der Bruchenden und physiologischer Belastung wird primär angiogen Kallus gebildet. Bestehen Zugspannungen im Frakturbereich, entstehen im Granulationsgewebe kollagene Fasern, die die Zugspannungen aufnehmen.

Bei Scherbewegungen im Frakturbereich, differenzieren sich die Mesenchymzellen des Granulationsgewebes zu Chondroblasten, die Knorpelgewebe bilden.

Die angiogene, desmale und chondrale Ossifikation läuft parallel zueinander ab. Durch eine weitere Transformation dieser Bindegewebszellen zu Osteoblasten wird Osteoid produziert, der neugebildete Knochen wird unter dem Einfluß der Osteoblasten (chemische Reaktion), mineralisiert. Der vorläufige knöcherne Kallus (Faserknochen) entsteht. Unter dem Einfluß mechanischer Kräfte (Belastung) wird der Faserknochen im Bereich des kortikalen und endostalen Kallus durch Umbau in lamellären Knochen gebildet, der periostale Kallus wird abgebaut. Sobald die ehemaligen Frakturende durch lamellären Knochen verbunden und dieser in das trajektorielle System des Knochens eingepaßt ist, ist der endgültige knöcherne Kallus entstanden (SANDRITTER, BENEKE 1974).

Ein gebrochener Knochen ist belastbar, sobald röntgenologisch der Frakturspalt nicht mehr sichtbar, d.h. mit mineralisiertem Kallus gefüllt ist, und so die Kontinuität der äußeren und inneren Form des Knochens gegeben ist (SCHENK 1977).

2.2.1. Häufigkeit der Humerusfraktur bei der Katze

Lediglich wenige allgemein gehaltene Mitteilungen in der Literatur befassen sich mit der Oberarmfraktur bei der Katze (HERRON 1975; ROSENHAGEN 1978; OMROD 1966). HILL 1977, KNECHT 1978, CARTER 1964 und PHILLIPS 1979) machen Häufigkeitsangaben zwischen 3 und 10 % anhand unterschiedlicher Patientenzahlen und Frakturen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Prozentualer Anteil der Oberarmfrakturen von Frakturen bei der Katze

Autor	Anzahl unter- suchter Katzen mit Frakturen	Oberarm- frakturen		Oberarm- schaftfrakturen		distale Ober- armfrakturen	
		n	%	n	%	n	%
KNECHT 1978	100	8	8				
HILL 1977	108	5	5				
CARTER 1976	67	2	3				
PHILLIPS 1979	298	13	4,4	10		3	
OMROD 1966	10	10					
BAUMBERGER LAKATOS 1978		23		15		8	

Generell wird festgestellt, daß Schaftfrakturen häufiger beobachtet wurden als Frakturen in den anderen Oberarmbereichen. Frakturen bei der Katze entstehen meist durch Autounfall oder einen Sturz aus großer Höhe. Häufig ist der Unfallhergang unbekannt (Tabelle 3).

Die Mehrzahl dieser Katzen waren junge Tiere, bis zu einem Alter von einem Jahr (Tabelle 3).

Tabelle 3: Unfallursache und Alter von Katzen mit Frakturen

Autor	Anzahl unter- suchter Katzen mit Frakturen	Unfallursache %			Alter
		Autounfall	Sturz	unbekannt	
EULER 1979	252	3	64	31	≤ 1J 79 %
FUCHS 1978	252	21	17	58	≤ 1J 60 %
HILL 1977	108	45	-	47	≤ 1J 52 %
KÜSTLIN 1973	29	-	62	31	≤ 1J 75 %
KOLATA 1974	129	16	14	40	Ø 1,3J
PHILLIPS 1979	298	90	4	-	≤ 1J 44,5%

Nach CLAES 1977, LÖFFLER 1978 und WOJUNKE 1956 ist die große Zahl der Splitterfrakturen bei erwachsenen Katzen auf die hohe Druckfestigkeit, jedoch geringe Deformationsfähigkeit des Katzenknochens zurückzuführen - Eigenschaften des Knochens, die mit dem Alter der Tiere zu- bzw. abnehmen.

HERRON 1975 und BRADEN 1975 weisen darauf hin, daß bei Oberarmfrakturen häufig mit Thoraxverletzungen zu rechnen ist.

Im Hinblick auf die Therapie sind, wie allgemein festgestellt wird, Lokalisation, Form der Fraktur, Alter des Patienten sowie das Befinden des Tieres entscheidend (SCHEBITZ, BRASS 1975; PRIEUR 1976).

Zusätzlich ist die Einstellung des Tierbesitzers für das zu wählende Therapieverfahren gerade bei der Katze von großem Einfluß (LÖFFLER 1978; FUCHS 1978; EULER 1978).

2.2.2. Behandlungsverfahren

2.2.2.1. Konservative Verfahren

Ältestes und einfachstes konservatives Verfahren bei Humerusfrakturen ist die Ruhigstellung des Patienten durch Haltung in einem engen Käfig. Beschrieben wird auch die Ruhigstellung des Frakturbereichs mit verschiedenen Verbänden. Über das Ergebnis wird nicht berichtet (Tabelle 4).

Tabelle 4: Konservative Therapie der Humerusfraktur der Katze

Autor	Therapie
EISENMENGER 1964	Käfighaltung
OMROD 1966	Käfighaltung
KNECHT 1978	Käfighaltung
LÖFFLER 1978	Schiene nach Patsaama
PRIEUR 1976	Schlingenverband

Eine korrekte dauerhafte Frakturfixation am Humerus ist nicht möglich, da die benachbarten Gelenke nicht ausreichend fixiert werden können (SCHEBITZ, BRASS 1975). SCHMIDTKE 1975 und PRIEUR 1976 sehen die konservative Therapie einer Humerusschaftfraktur lediglich als Provisorium zur Überbrückung der Wartezeit bis eine operative Therapie für den Patienten möglich ist.

2.2.2.2. Operative Therapieverfahren

Operative Therapie proximaler Epiphysenabrißfrakturen:

Nach BRADEN 1975 und LEONARD 1960 werden diese Frakturen nur bei Tieren unter einem Jahr festgestellt. Die Fraktur verläuft im proximalen Fugenbereich, die Dislokation ist oft gering. Bei Versorgung dieser Frakturart ist darauf zu achten, den Fugenbereich bei Reposition und Fixation der Fragmente möglichst zu schonen, um Wachstumsstörungen zu vermeiden.

LÖFFLER 1978, HERRON 1975 und BESSMER 1973 fixierten die Fragmente bei je einer Katze mittels intramedullären Kraftträgern, die Implantate wurden bereits nach 3 bis 6 Wochen wieder entfernt (Tabelle 5).

Tabelle 5: Operative Therapie bei proximalen Humerusfrakturen (Epiphyse) der Katze

Autor	Fraktur	Implantat	n Patienten	Ergebnis
LÖFFLER 1978	Epiphysiolysis capitis humeri	divergierende Bohrdrähte	1	+
BESSMER 1973	Epiphysiolysis capitis humeri	Steinmann- nagel	1	+
HERRON 1975	Epiphysiolysis capitis humeri	divergierende Bohrdrähte		
BEDFORD 1969	Fraktur des caput humeri	Drahtcerclage	1	+

+ = gut

BEDFORD 1969 beschreibt eine Fraktur des Caput humeri bei einer einjährigen Katze, die er nach offener Reposition mit einer Drahtcerclage fixierte.

Operative Therapie der Schaftfraktur:

Da die Fragmente konservativ nicht zu fixieren sind, sollten Oberarmschaftfrakturen operativ behandelt werden.

Bei konservativer Therapie ist nach PRIEUR 1976, SCHMIDTKE 1975, HERRON 1975 mit verzögerter Heilung, starker Verkürzung und axialer Fehlstellung des frakturierten Humerus zu rechnen. Außerdem besteht nach EVERS 1968 bei proximalen Humerusschaftfrakturen die Gefahr, daß der N. radialis durch die Fragmente traumatisiert wird - eine absolute Indikation zur Reposition und Fixation der Fragmente unter Sichtkontrolle.

Nach HERRON 1975 und BAUMBERGER, LAKATOS 1978 eignen sich alle Arten von intramedullären Kraftträgern zur Fixation der reponierten Fragmente. Wichtig ist der belastungs- und rotationsstabile Sitz dieser Implantate, um eine funktionelle Wiederherstellung zu erreichen (Müller 1954). LÖFFLER 1978 und PRIEUR 1976 empfehlen, den intramedullären Kraftträger gedeckt in die Markhöhle einzuführen, wenn die Reposition der Fragmente ohne Darstellung des Frakturbereichs möglich ist.

Ist die Reposition schwierig, so sollte sie unter Sichtkontrolle, d.h. offen, erfolgen, um zusätzliche Gewebläsionen zu vermeiden. Der intramedulläre Kraftträger wird hierbei retrograd, d.h. vom Frakturbereich aus eingebracht. Splitter werden mit Chromkatgutcerclagen gesichert (LÖFFLER 1978; PRIEUR 1976; BAUMBERGER, LAKATOS 1978) (Tabelle 6).

Tabelle 6: Operative Therapie von Humerusschaftfrakturen
bei der Katze

Autor	Osteosynthese- verfahren	Anzahl der Patienten	Ergebnis	
			+	-
HILL 1977	Markraum- fixation	5	5	-
RICHARD 1973	Markraum- fixation	5	4	1
KNECHT 1978	Markraum- fixation	4	4	-
BAUMBERGER LAKATOS	Markraum- fixation	5	5	-
1978	Plattenosteo- synthese	2	-	2
EVERS 1968	Markraum- fixation	1	1	-
OMROD 1966	Markraum- fixation	6	6	-
ROSENHAGEN 1978	Markraum- fixation	-	-	-
PHILLIPS 1979	Markraum- fixation	7	7	-
LÖFFLER 1978	Markraum- fixation	-	-	-
PRIEUR 1976	Markraum- fixation	-	-	-

+ = gut

- = unbefriedigend

BAUMBERGER und LAKATOS 1978 lehnen die Plattenosteosynthese für Humerusschaftfrakturen der Katze wegen der aufwendigen Technik ab.

Bekannt ist, daß Gelenkfrakturen bzw. gelenknahe Frakturen des Oberarms operativ zu versorgen sind, da eine exakte dauerhafte Reposition der Fragmente konservativ nicht möglich ist. Abgesehen von dieser allgemeinen Forderung werden zur operativen Behandlung der Ellbogengelenk(-nahen) Frakturen keine detaillierten Beschreibungen gegeben.

Operative Therapie supracondylärer Humerusfrakturen:
LÖFFLER 1978 und HERRON 1975 empfehlen zur Versorgung supracondylärer Humerusfrakturen die Reposition der Fragmente unter Sicht und deren Fixation mittels zweier gekreuzter Bohrdrähte, die je vom Epicondylus lateralis sive medialis aus nach proximal in die Markhöhle eingebracht werden.

3. ZUR ANATOMIE DES HUMERUS DER KATZE

3.1. Form des Humerus

Der Humerus der Katze ist ein schlanker, in zwei Ebenen nach lateral und dorsal leicht gekrümmter Röhrenknochen. Der mittlere Abschnitt des Schaftes bildet zwischen der proximalen und der distalen Krümmung ein relativ gerades Zwischenstück.

In der dorsalen Ansicht (Aufsicht) nimmt das halbkugelig geformte Caput humeri die größte Fläche des proximalen Endes ein; mediokraniel schließt sich etwas tiefer das, durch eine seichte Rinne abgesetzte, Tuberculum minus an. Es erreicht nicht das Niveau des Caput humeri. Kraniolateral überragt das Tuberculum majus kammartig das Caput humeri, beim adulten Tier um ca. 2 mm (Mc CLURE, DALLMANN, GARETT 1973). Die beiden Knochenvorsprünge (Tuberculum majus humeri und Caput humeri) trennt eine breite Einsenkung. Das medial gelegene Tuberculum minus wird vom Tuberculum majus durch den breiten Sulcus intertubercularis getrennt. Von diesen proximalen Tubercula zieht lateral bzw. medial eine wenig erhabene Leiste schaftwärts, die Christa tub. majoris bzw. minoris. Im proximalen Schaftdrittel befindet sich lateral die fast glatte, flächenartige Ansatzstelle für den M. deltoideus, die Tuberositas deltoidea. Bei der Katze sind im Gegensatz zu den anderen Haussäugetieren kaudal davon die Linea m. tricipitis und kranioproximal die Facies teres ebenfalls als fast nicht zu erkennende Erhabenheit angedeutet. Der Sulcus m. brachialis senkt die Schaftoberfläche nur wenig ein. Insgesamt ist das Corpus humeri im mittleren Drittel als fast glatt zu bezeichnen. Laterokaudal im distalen Schaftdrittel zieht die Crista epicondylj lateralis scharfkantig nach distal bis etwa 10 mm proximal des capitulum humeri. Sie begrenzt lateral eine nach distal an Tiefe zunehmende Einsenkung, die kaudal in die Fossa olecrani übergeht.

Im Bereich der sehr ausgeprägten Fossa olecrani ist der mazerierte Knochen lichtdurchscheinend dünn. Das Corpus humeri teilt sie hier in einen lateral und einen medial verlaufenden Knochenpfeiler auf, die sich distal im Condylus humeri wieder vereinigen.

Etwa 3 mm proximal der Trochlea, am Übergang zur medialen Seite des Schaftes befindet sich das spaltförmige, achsenparallele Foramen supracondylare, durch das die A. brachialis und der N. medianus ziehen. Der das Foramen medial begrenzende Knochensteg ist dünn, er erreicht nicht die lichte Weite des Foramens. Nach STEFANOWSKI und ZABLOCKI 1969 soll die mediale Wand des Foramens supracondylare bei etwa 3,3 % der Katzen distal nicht geschlossen oder sogar vollständig zurückgebildet sein.

Das distale Endstück, den Condylus humeri, bildet die medial gelegene Trochlea humeri mit dem lateral angrenzenden Capitulum humeri. Die medial scharfkantig abgeschlossene Trochlea überragt das walzenförmige Capitulum nach distal.

An der medialen Seitenfläche des Condylus humeri befinden sich mehrere kleine Bandhöcker und -gruben sowie proximal davon eine raue Fläche, an der die Karpal- und Zehenbeuger entspringen. Den lateralen Bandhöcker und Bandgruben schließen sich proximal die Ursprungsflächen der Streckmuskeln des Unterarms an. Im Vergleich zum Hund sind die Bandhöcker und -gruben sowohl medial als auch lateral schwach ausgeprägt.

Substantia corticalis - Substantia spongiosa
(Abb. 6 und 7)

Das proximale Endstück, Caput humeri sowie Tuberculum majus et minus humeri, des Humerus der Katze ist von spongiösem Knochengewebe mit trajektoriellm Verlauf der Knochenbälkchen (TRIEPEL 1908) ausgefüllt. Die umhüllende Kortikalis ist dünn.

Am distalen Endstück, dem Condylus humeri, dagegen ist beim adulten Tier die Spongiosa dichter gefügt als proximal; die Kortikalis erreicht etwa die zweifache Dicke im Vergleich zu der des proximalen Endstücks. Bei jungen, unter einem Jahr alten Katzen, ist die Kortikalis sowohl proximal als auch distal deutlich dünner und auch die spongiöse Knochensubstanz lockerer als bei den Adulten. Die Kortikalis ist zudem proximal und distal gleich dick.

Substantia compacta - Cavum medullare
(Abb. 6 und 7)

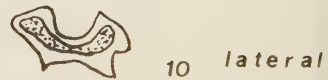
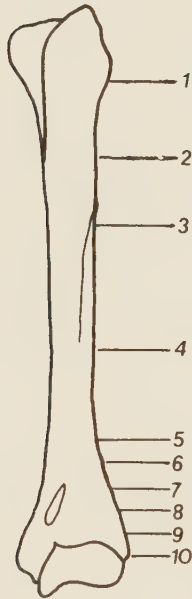
Schaftwärts geht die Kortikalis des Endstücks jeweils in die wesentlich stärkere Kompakta über (durchschnittlich etwa 1-2 mm dick); ihre größte Dicke beträgt im distalen Schaftdrittel beim adulten Tier bis zu 3 mm. Der das Foramen supracondylare medial begrenzende Knochensteg ist kompakt.

Am oberen Rand des Foramen supracondylare ist ein kräftiger Kompaktawulst ausgebildet (7), in mittlerer Höhe dieses Foramens ist die Kompakta am Schaft dünner als lateral an der Schaftseite (8).

Das Cavum medullare beginnt unter dem Collum humeri konisch (1) und ist bis zur Mitte des proximalen Schaftdrittels (2) noch von Spongiosäusläufern umgeben oder sogar ganz ausgefüllt. In der Höhe der Tuberositas deltoidea (3) hat die im Querschnitt ovale Markhöhle ihre größte Weite. Sie verjüngt sich langsam vom mittleren zum distalen Schaftdrittel hin (3,4,5). Die Querschnittsform ändert sich von queroval nach fast rund, weiter distal stellt sie ein langgezogenes spitzauslaufendes Dreieck dar (6,7), dessen lateral zeigende Spitze spongiös ausgefüllt ist (5,6,7). Vereinzelt durchziehen feine Spongiosabälkchen die Markhöhle (6). Am oberen Rand des Foramen supracondylare ist diese medial um ein Drittel ihrer Querschnittsfläche erweitert (7). In mittlerer Höhe des Foramen supracondylare gliedert ein Spongiosasteg die Markhöhle in einen größeren medialen und einen kleineren lateralen Teil (8). Dicht proximal der Trochlea endet das Cavum medullare in der medialen Schafthälfte. Es reicht somit zur Trochlea humeri weiter nach distal als lateral in Richtung des Capitulum humeri. Damit entspricht das Innenrelief der Markhöhle in etwa der äußeren Form des Condylus humeri. Auch dort endet die medial gelegene Trochlea deutlich weiter distal als das laterale Capitulum. Die Form und Ausdehnung der Markhöhle ist für die Mark-

raumfixation von Humerusschaft und supracondylären Frakturen von grundlegender Bedeutung (SCHEBITZ, BRASS 1975; MÜLLER 1954; BAUMBERGER, LAKATOS 1978).

Abb.6



medial

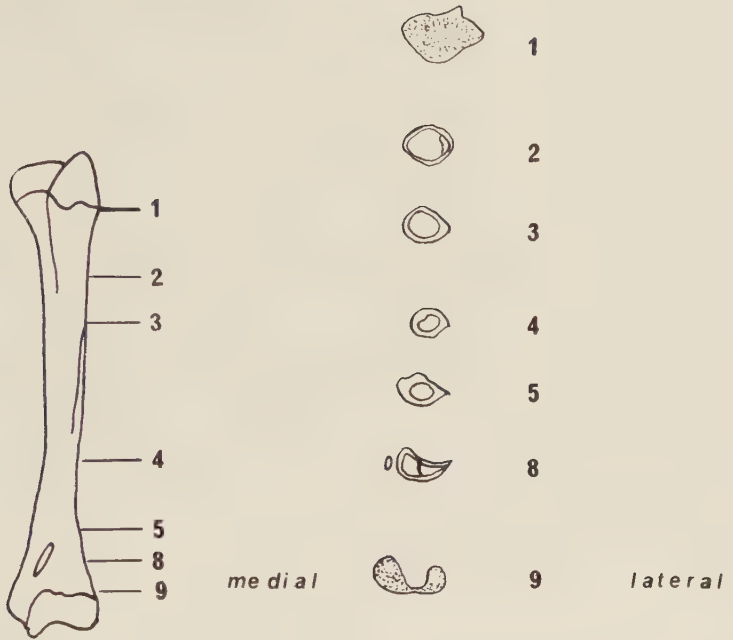
lateral

KATZE 2 JAHRE männlich kastriert

HUMERUS (Querschnitte gesägt)

Substantia compacta - Cavum medullare

Abb.7



KATZE 7 MONATE männlich

HUMERUS (Querschnitte gesägt)

Substantia compacta - Cavum medullare

3.2. Entwicklung des Oberarmknochens der Katze

Ossifikationskerne

Der Humerus ist zunächst als einheitliches Knorpelstück angelegt, daraus differenziert sich zuerst der Diaphysenkern, dann die endständigen Epiphysen- und Apophysenkerne. Die Ossifikation beginnt in der Diaphyse (28 Tage p.c.). Es folgt der Ossifikationspunkt der proximalen Epiphyse, das Caput humeri (55 Tage p.c.), sodann die distale Epiphyse (Capitulum 15 Tage p.n., Trochlea 25 Tage p.n. CURGY 1965; SCHAEFFER 1932), zuletzt erscheinen die Apophysenkerne: lateraler und medialer Epicondylus: am 47. Tag p.n., am 70. Tag p.n. (CURGY 1965; SCHAEFFER 1932; SMITH 1969). Alle Epiphysen- und Apophysenkerne am Humerus der Katze sind somit im Alter von 2 1/2 Monaten nach der Geburt röntgenologisch nachweisbar.

Fugenschluß

Als erstes verschmelzen Trochlea humeri und Capitulum humeri miteinander (91 - 98 Tage p.n. KAYANJA 1969; SMITH 1969). Etwa 140 Tage p.n. schließt sich die Fuge des lateralen Epicondylus, ca. 251 Tage p.n. die des medialen Epicondylus (CURGY 1965). Der distale Epiphysenfugenschluß (Condylus humeri / Humerusschaft) ist nach SMITH 1969 mit 112 - 140 Tagen p.n., nach SCHAEFFER 1932 und CURGY 1965 mit 251 Tagen p.n. beendet. Sehr viel später schließt sich die proximale Epiphysenfuge. Die hierfür angegebenen Werte schwanken zwischen 238 Tagen p.n. (KAYANJA 1969) und 341 Tagen p.n. (CURGY 1965; SCHAEFFER 1932), 68 % des Längenwachstums gehen von der proximalen Epiphyse und 32 % von der distalen Epiphyse aus (CLARK 1970), womit wie beim Hund ein sogenanntes kubitofugales Wachstum (HENSCHEL 1973) des Humerus besteht.

4. ZUR OBERARMFRAKTUR DER KATZE

Dokumentationsanalyse der Jahre 1970 - 1978

4.1. Häufigkeit, Alters- und Geschlechtsverteilung

4.1.1. Häufigkeit

Von 1970 - 1978 wurden in der Chirurgischen Universitäts-
tierklinik München 138 Katzen mit 143 Humerusfrakturen
eingeliefert. Fünf Katzen hatten eine Fraktur beider
Oberarme. Mehr als die Hälfte der Oberarmbrüche (52,2 %)
waren im Bereich des Schaftes - Metaphysen und Diaphysen -
lokalisiert (Tabelle 8).

Tabelle 8: Oberarmfrakturen, Alter und Lokalisation

Alter Lokali- sation	1-3 Monate	4-6 Monate	7-9 Monate	10-12 Monate	1-2 Jahre	2-5 Jahre	älter	?	Summe (%)
proximale Epiphyse	1	3	-	-	-	-	-	-	4 (2,9)
proximales Dia- physendrittel	-	4 ⁺	-	-	1	-	-	1	6 (4,3)
mittleres Dia- physendrittel	10	9 ⁺	5	-	13	4	2	6 ⁺	49 (35,5)
distales Dia- physendrittel	1	1	2	4	8	1	-	-	17 (12,3)
distale Epiphyse	18	15	7	1	7	3 ⁺	-	11 ⁺	62 (44,9)
Summe (%)	30 (21,7)	32 (23,2)	14 (10,1)	5 (3,6)	29 (21,0)	8 (5,8)	2 (1,4)	18 (13,0)	138

+ Fraktur beider Oberarme

4.1.2. Alter der Katzen

Weitaus die meisten Frakturen (58,7 %) entstanden bei Katzen im ersten Lebensjahr, davon wiederum die meisten (79 %) in den ersten sechs Lebensmonaten. Älter als zwei Jahre waren nur 7,2 % der Patienten. Bei 13 % der Tiere lagen keine Angaben zum Alter vor (Tabelle 9).

Tabelle 9: Alter der Katzen mit Humerusfraktur

Alter	n	%
1 - 3 Monate	30	21,7
4 - 6 Monate	32	23,2
7 - 9 Monate	14	10,1
10 - 12 Monate	5	3,6
1 - 2 Jahre	29	21,0
2 - 5 Jahre	8	5,8
älter	2	1,4
?	18	13,0
Summe	138	

4.1.3. Geschlecht der Tiere

Männliche Tiere waren häufiger betroffen (55 %) als weibliche (Tabelle 10).

Tabelle 10: Geschlecht der Katzen mit Humerusfraktur

Geschlecht	n	%
männlich	65	47,1
männlich kastriert	11	8
weiblich	60	43,5
weiblich kastriert	2	1,4
Summe	138	

4.2. Ursache der Fraktur und zusätzliche Verletzungen

4.2.1. Ursache

Die Fraktur entstand am häufigsten (35,5 %) bei einem Sturz aus größerer Höhe - 2. bis 4. Stockwerk, das entspricht beim Altbau 7 - 15 m, beim Neubau 5 - 10 m. Vom Auto wurden 15 % der Patienten angefahren. Dagegen waren Schuß, Spiel, Einklemmung in eine Tür und Tritt eine seltene Ursache. Bei 30 % der Patienten konnten die Besitzer keine Angaben zur Entstehung der Fraktur geben (Tabelle 11).

Tabelle 11: Ursache der Humerusfraktur

Anamnese	n	%
Sturz	49	36
Autounfall	21	15
Schuß	13	9
Spiel	7	5
in Tür eingeklemmt	3	2
Tritt	2	1
?	42	30
Summe	138	

Die beim Spiel entstandenen Frakturen waren pathologische Frakturen. Auf Grund der Röntgenbefunde wurde eine systemische Skeletterkrankung im Sinne einer Osteodystrophia fibrosa generalisata festgestellt. In der Anamnese gaben die Besitzer reine Fleischfütterung ihrer Katzen an.

4.2.2. Zusätzliche Verletzungen

Zusätzliche Verletzungen wurden bei 48 (35 %) Katzen vor allem nach einem Sturz aus großer Höhe und nach Autounfall diagnostiziert. 37 Patienten erlitten weitere Frakturen. 36 Tiere waren durch stumpfes Thoraxtrauma lebensbedrohlich verletzt (Tabelle 12).

Tabelle 12: Zusätzliche Verletzungen der Katzen mit Oberarmfraktur

Verletzung		n	(%)
Fraktur		n	
	Mandibula	3	
	Scapula	1	
	Costa	2	
	Vertebra	2	
	Radius/Ulna	3	37 (50,7)
	Ossa pelvis	12	
	Femur	6	
	Tibia/Fibula	6	
	Ossa metatarsalia	2	
lebensbedrohliche Verletzung	Haematothorax	9	
	Pneumothorax	2	
	Haematopneumothorax	13	36 (49,3)
	Schock	6	
	Nierenquetschung	2	
	Blasenquetschung	4	

4.3. Lokalisation und Form der Frakturen

4.3.1. Lokalisation

Oberarmfrakturen betrafen in mehr als der Hälfte der Fälle den Schaft (Dia- und/oder Metaphyse(n) 51 %). Frakturen im Bereich der distalen Epiphyse machten 45 % der Gesamtzahl aus. Die proximale Epiphyse (3 %) war selten betroffen (Tabelle 13).

Tabelle 13: Lokalisation der Oberarmfrakturen

Lokalisation	n	%
proximale Epiphyse	4	2,8
proximales Diaphysendrittel	7	4,9
mittleres Diaphysendrittel	48	33,6
distales Diaphysendrittel	18	12,6
distale Epiphyse	64	44,8
Summe	143	

4.3.2. Form der Oberarmfrakturen

Im Hinblick auf die Versorgung wurden die Frakturformen im Bereich der Epiphysen, im proximalen, mittleren und distalen Drittel des Schaftes unter Berücksichtigung des Alters der Katzen erfaßt.

4.3.2.1. Proximale Epiphyse (Tabelle 14)

Tabelle 14: Fraktur im Bereich der proximalen Epiphyse

Form Alter in Monaten	Epiphysiolysis	Epiphysiolysis mit metaphysärem Fragment
1 - 3		1
4 - 6	2	1
Anzahl	2	2

Bei vier Katzen wurde eine Epiphysiolyse capitis humeri in zwei Fällen mit metaphysärem Fragment diagnostiziert.

4.3.2.2. Humerusschaft

Im Oberarmschaftsbereich wurden häufiger (54,7 %) Frakturen mit als ohne (45,3 %) Splitter diagnostiziert. Meistens war der mittlere Abschnitt des Schaftes bei über ein Jahr alten Katzen (80 %) betroffen. Frakturen mit großen Splittern machten 63,4 % der Splitterbrüche aus. Frakturen ohne Splitter wurden ebenfalls meist im mittleren Schaftdrittel aber vor allem (88,2 %) bei Tieren im Alter bis zu einem Jahr festgestellt. Bei vier Katzen wurden fünf Grünzweigfrakturen diagnostiziert (Tabelle 15).

Tabelle 15: Humerusfrakturen im Bereich der proximalen, mittleren und distalen Diaphyse

Lokalisation Form der Fraktur	unvollständige Grünholz			ohne Splitter			kleine Splitter			große Splitter		
Alter	p ^o	oo	m ^{ooo} d ^{ooo}	p	m	d	p	m	d	p	m	d
1 - 3 Monate				9						1		
4 - 6 Monate	1			2	6	1	1 ⁺			3		
7 - 9 Monate	3 ⁺			4	1		1			1		
10 - 12 Monate						2				2		
1 - 2 Jahre				2	1		6	2		1	5	5
2 - 5 Jahre	1						1	1			2	
älter							1			1		
?				1			2			4 ⁺	1 ⁺	
Summe	3	2		3	21	5	12	3		1	15	10

o p = proximal

oo m = Mitte

ooo d = distal

+ = Fraktur beider Oberarme

4.3.2.3. Distale Epiphyse

64 Frakturen (44 %) wurden im Bereich der distalen Epiphyse festgestellt. Aus Gründen der Indikationsstellung ist folgende Einteilung der Frakturen des distalen Endes des Humerus zweckmäßig.

4.3.2.3.1. Die supracondyläre Fraktur

Die Frakturlinie verläuft proximal des Epicondylus lateralis und des Epicondylus medialis, aber nicht durch die Gelenkrolle selbst.

19 supracondyläre Frakturen wurden diagnostiziert, meistens (78,9 %) bei Katzen im ersten Lebensjahr. Splitterfrakturen waren häufiger als Brüche ohne Splitter (Tabelle 16).

Tabelle 16: supracondyläre Humerusfraktur

Fraktur- form Alter	ohne Splitter	mit Splitter	Summe
1 - 3 Monate	3	-	3
4 - 6 Monate	3	6	9
7 - 9 Monate	2	1	3
10 - 12 Monate	-	-	-
1 - 2 Jahre	-	2	2
2 - 5 Jahre	-	-	-
älter	-	-	-
?	-	2	2
Summe	8	11	19

4.3.2.3.2. Fraktur des Capitulum humeri

Die Fraktur verläuft proximal des Epicondylus lateralis und durch die Gelenkrolle.

Zehn Frakturen des Capitulum humeri wurden diagnostiziert, weitaus häufiger (77,7 %) bei Katzen im Alter bis zu neun Monaten als bei älteren Tieren.

Bei einem Drittel der Tiere wurden Splitterfrakturen festgestellt (Tabelle 17).

Tabelle 17: Fraktur des Capitulum humeri

Fraktur- form Alter	ohne Splitter	mit Splitter	Summe
1 - 3 Monate	4	1	5
4 - 6 Monate	1	-	1
7 - 9 Monate	1	-	1
10 - 12 Monate	-	-	-
1 - 2 Jahre	-	-	-
2 - 5 Jahre	-	2	2
älter	-	-	-
?	-	1	1
Summe	6	4	10

4.3.2.3.3. Fraktur der Trochlea humeri

Die Fraktur verläuft proximal des Epicondylus medialis und durch die Gelenkrolle. Das Foramen supracondylare ist meist mitbetroffen.

Vier Frakturen wurden festgestellt. Drei Katzen waren bis zu neun Monaten alt. Bei einem Tier wurde eine Splitterfraktur diagnostiziert (Tabelle 18).

Tabelle 18: Fraktur der Trochlea humeri

Fraktur- form Alter	ohne Splitter	mit Splitter	Summe
1 - 3 Monate	2	-	2
4 - 6 Monate	-	-	-
7 - 9 Monate	1	-	1
10 - 12 Monate	-	-	-
1 - 2 Jahre	-	1	1
2 - 5 Jahre	-	-	-
älter	-	-	-
?	-	-	-
Summe	3	1	4

4.3.2.3.4. Y - Fraktur

Die Y - Fraktur ist eine Kombination der Frakturen des Capitulum humeri und der Trochlea humeri.

32 Y - Frakturen wurden festgestellt. Die Mehrzahl (59,4 %) waren Splitterfrakturen. Tiere im ersten Lebensjahr waren so häufig wie die über ein Jahr alten Katzen betroffen (Tabelle 19).

Tabelle 19: Y - Fraktur des Humerus

Fraktur- form Alter	ohne Splitter	mit Splitter	Summe
1 - 3 Monate	4	4	8
4 - 6 Monate	4	1	5
7 - 9 Monate	1	1	2
10 - 12 Monate	1	-	1
1 - 2 Jahre	1	3*	4
2 - 5 Jahre	-	3*	3
älter	-	-	-
?	2	7	9
Summe	13	19	32

* Fraktur beider Oberarme

4.4. Behandlung: Verfahren, Indikationsstellung, Ergebnisse

Von 138 mit 143 Oberarmfrakturen eingelieferten Katzen wurden 99 Tiere mit 100 Frakturen behandelt. 38 Katzen mit 42 Frakturen wurden auf Wunsch des Besitzers oder aufgrund einer ungünstigen Prognose eingeschläfert. Ein Tier starb kurz nach der Aufnahme. Die Mehrzahl der eingeschläferten Katzen (25) hatte eine Fraktur des distalen Endstücks des Oberarms (Tabelle 20). Zwölf dieser Patienten hatten zusätzlich lebensbedrohliche Verletzungen.

Tabelle 20: Behandlung

Frakturlokalisation	operativ	konservativ	getötet/gestorben
proximale Epiphyse	2	-	2
proximales Schaftdrittel	-	6	-
mittleres Schaftdrittel	23	14	11 (13 Frakturen)
distales Schaftdrittel	7	9	2
supracondyläre Fraktur	8	5	6
Capitulum humeri	5	2	2
Trochlea humeri	1	1	2
Y - Fraktur	12	5	14 (16 Frakturen)
Summe	58	42	43

138 Patienten - 143 Frakturen

Die Wahl des Therapieverfahrens erfolgte nach der Röntgenuntersuchung anhand Lokalisation und Form der Fraktur. Mit berücksichtigt wurde das Allgemeinbefinden der Patienten.

Konservativ wurden 42 (29,3 %) Frakturen bei 41 Katzen versorgt. 14 dieser Tiere hatten lebensbedrohliche Verletzungen.

Operativ versorgt wurden 58 Frakturen bei 58 (40,6 %) Katzen (Tabelle 20). Die operative Behandlung wurde zum frühest möglichen Zeitpunkt nach Einlieferung der Tiere durchgeführt. Zehn Patienten konnten aufgrund schwerer Traumata, insbesondere Lungenverletzungen, erst nach Besserung des Allgemeinbefindens (Ø 4 Tage) operiert werden.

Die Narkose

Der Eingriff wird in Neuroleptanalgesie mit Xylazin (2-4 mg/kg KG) und Ketamine (20-40 mg/kg KG) durchgeführt. Risikopatienten werden intubiert und in Inhalationsnarkose (O_2/NH_2 und Halothan^R) operiert.

Nach operativer Versorgung erhielten die Patienten in der Regel über die vier ersten Tage nach dem Eingriff einen Antibiotikashutz und wurden durchschnittlich acht Tage stationär behandelt. Bei der Entlassung wurde den Tierhaltern empfohlen, das Tier durch Bewegungseinschränkung - Käfighaltung - während der ersten sechs Wochen nach dem Klinikaufenthalt zu schonen. Nach sechs bis acht Wochen sollte die Katze in der Klinik nachuntersucht und das Heilungsergebnis beurteilt werden. In der Klinik konnten 34 Katzen kontrolliert werden.

Bei 31 weiteren Tieren geschah die Überprüfung der Behandlungsergebnisse durch Fragebogen, die den Besitzern, denen eine Wiedervorstellung ihrer Katze in der Klinik nicht möglich war, zur Beantwortung zugeschickt wurden. Das

Ergebnis der Fragebogenaktion wird unter Vorbehalt berücksichtigt. "Gut" besagt: Das Tier läuft ohne offensichtliche Lahmheit, "unbefriedigend" besagt: Das Tier lahmt.

Der Beurteilung der in der Klinik wiedervorgestellten Katzen liegt der klinische und röntgenologische Befund zugrunde. "Gut" besagt: Keine Lahmheit, anatomisch gut oder ausreichend gut, in den benachbarten Gelenken keine Veränderungen im Sinne einer Arthropathia deformans.

"Unbefriedigend" besagt: anatomisch und/oder funktionell unzureichend; ohne Lahmheit aber mit frakturbedingten Gelenkveränderungen, die später eine Arthropathia deformans und nachfolgende Lahmheit erwarten lassen.

Unbefriedigende Ergebnisse sind zum Teil auf das Trauma selbst - z.B. Splitterfraktur - zum Teil auf Unzulänglichkeiten bei der Behandlung zurückzuführen. Deshalb wird zwischen "unbefriedigend behandlungsabhängig" bzw. "-behandlungsunabhängig" unterschieden.

4.4.1. Konservative Therapie - Ergebnisse

Die konservative Therapie bestand in einer Ruhebehandlung, d.h. die Patienten wurden in einem Käfig gehalten. Die Ruhe wurde gewählt, wenn der Besitzer eine an sich indizierte Operation ablehnte, oder eine Osteosynthese nicht angezeigt war.

Abgesehen von der Ruhigstellung wurden bei der Grünzweigfraktur diätetische Maßnahmen empfohlen; bei einer offenen Fraktur wurde die Wunde revidiert, eine offene Wundbehandlung durchgeführt und über zehn Tage ein Breitpektrum - Antibiotikum verabreicht.

43 Oberarmfrakturen wurden konservativ behandelt (Tabelle 21,22). (30 Schaftfrakturen, 13 mit Beteiligung des Ellbogengelenks) Acht dieser Frakturen konnten klinisch und röntgenologisch kontrolliert werden, über 14 Katzen liegen Auskünfte der Besitzer vor (Fragebogenaktion).

Nach Schaftfraktur liefen zehn von 14 Katzen lahmheitsfrei. Vier Katzen zeigten ein unbefriedigendes Ergebnis, die Tiere lahmten; die Fraktur war in deutlicher Fehlstellung geheilt.

Fünf supracondyläre Frakturen wurden konservativ versorgt, von drei überprüften Katzen lahmt eine nicht. Bei den anderen Tieren war die Funktion eingeschränkt und/oder es lagen Veränderungen im Sinne der sekundären Arthropathia deformans vor. Eine sechs Wochen alte supracondyläre Fraktur war bereits in Fehlstellung verheilt (ein unbefriedigend behandlungsunabhängiges Ergebnis) (Tabelle 22).

Zwei Frakturen des Capitulum humeri wurden konservativ versorgt, eine Katze wurde nachuntersucht, sie lahmt infolge einer sekundären Arthropathia deformans.

Vier von fünf konservativ behandelten Y - Frakturen wurden überprüft; diese vier Tiere zeigten ein unbefriedigendes Ergebnis.

Tabelle 21: Ergebnis konservativ versorgter Humerusschaftfrakturen

Frakturform	n	Kontrolle (n)	Ergebnis			unter Vorbehalt		?
			gut	unbefriedigend	behandlungsab- hängig	gut	unbefriedigend	
ohne Splitter	12	(4)	-	2	-	2	-	8
kleine Splitter	2	-	-	-	-	-	-	2
große Splitter	11	(8)	-	1	6	6	1	3
unvollständig (Grünholz)	5	(2)	1	-	1	1	-	3
Summe	30	14	1	3	9	9	1	16

Tabelle 22: Ergebnis konservativ versorgter Oberarmfrakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenks

Frakturform	n	Kontrolle (n)	Ergebnis				unter Vorbehalt		?
			gut	unbefriedigend	abhängig	unabhängig	gut	unbefriedigend	
								behandlungsab-	
								hängig	
supracondylär	5	(3)	-	1	1	1	1	-	2
Capitulum	2	(1)	-	1	-	-	-	-	1
Trochlea	1	-	-	-	-	-	-	-	1
γ - Fraktur	5	(4)	-	1	-	-	-	3	1
Summe	13	(8)		3	1	1	1	3	5

4.4.2. Operative Therapie - Ergebnisse

4.4.2.1. Zur Epiphysiolysis capitis humeri

Zwei Katzen mit einer Epiphysiolysis wurden operiert. Die Fragmente wurden reponiert und mit jeweils zwei parallel zueinander vom Tuberculum majus aus vorgetriebenen Kirschner-Bohrdrähten fixiert. Beide Patienten liefen nach Angabe der Besitzer ohne Lahmheit.

4.4.2.2. Zur Oberarmschaftfraktur

Von 1970 - 1975 wurden 13 Oberarmschaftfrakturen durch Markraumfixation stabilisiert. Die Indikation hierzu wurde sehr weit gefaßt. Nach 1975 wurden nur noch vier Humerusfrakturen im mittleren Schaftbereich intramedullär fixiert.

4.4.2.2.1. Markraumfixation

Bei neun Katzen erfolgte die Fixation der Fragmente gedeckt, bei acht nach Darstellung der Bruchenden. Zur Osteosynthese wurden neunmal ein Nagel nach Rush, fünfmal ein Bohrdraht, zweimal die Bündelnagelung nach Hackethal und einmal ein Küntschernagel verwendet.

Das Ergebnis war bei zehn Katzen gut, was in drei Fällen klinisch und röntgenologisch bestätigt wurde. Das unter Vorbehalt gute Ergebnis von sieben Patienten wurde nach Markraumfixation von Splitterfrakturen erzielt. Aufgrund der postoperativen Röntgenbefunde mußte in diesen Fällen zwar mit einer Verkürzung der Gliedmaße gerechnet werden, aber nach Wertung der Besitzer hatte die Verkürzung keinen Einfluß auf die Funktion.

Das klinisch überprüfte gute Ergebnis (drei) wurde nach Markraumfixation ungesplitteter Oberarmfrakturen erzielt. Das in einem Falle unbefriedigende Ergebnis ist auf ei-

nen Indikationsfehler - Splitterfraktur - zurückzuführen. Durch mangelnde Stabilität kam es zur Lockerung des Kirschnerbohrdrahtes, die Fragmente verheilten in dislocatio ad peripheriam (Tabelle 23, 24).

4.4.2.2.2. Kompressionsosteosynthese

Bei sieben Splitterfrakturen wurden die Splitter mit Zugschrauben (interfragmentäre Kompression) fixiert, die anatomische Wiederherstellung des Humerusschaftes mit einer Neutralisationsplatte erreicht.

Drei Katzen wurden klinisch überprüft und zeigten ein gutes Ergebnis. Zwei Katzen laufen nach Angaben des Besitzers ohne Lahmheit.

Fünf glatte Schaftfrakturen wurden mit einer Zuggurtungsplatte fixiert.

Vier Katzen wurden kontrolliert. Zwei zeigen ein klinisch überprüftes gutes Ergebnis, eine Katze läuft nach Auskunft des Besitzers lahmheitsfrei. In einem Fall - einer Querfraktur im distalen Schaftdrittel - brach die implantierte Platte infolge Instabilität im Frakturbereich, nach erneuter Kompressionsosteosynthese heilte die Fraktur, die Katze läuft lahmheitsfrei (Tabelle 23, 25).

Tabelle 23: Ergebnis nach operativer Therapie von Oberarmschaftfrakturen

Frakturform	n	Osteosynthese- verfahren	n	(n)	Kontrolle		Ergebnis		unter Vorbehalt	
					gut	unbefriedigend	gut	unbefriedigend	gut	?

Tabelle 24: intramedulläre Markraumfixation (Verfahren) bei Oberarmschaftfrakturen

Implantat(e)	Fragment- reposition	n	Kontrolle (n)	Ergebnis gut unbefriedigend
1 Rush Pin	gedeckt	8	(5)	5 -
	offen	1	(1)	1 -
1 Bohrdraht nach Kirschner	offen	5	(3)	2 1
1 Küntschernagel	offen	1	(1)	1 -
Bündelnagelung	offen	1	-	-
nach Hackethal	gedeckt	1	(1)	1 -
Summe		17	(11)	10 1

Tabelle 25: Kompressionsosteosyntheseverfahren bei Oberarmschaftfrakturen

Implantat(e)	n	Kontrolle (n)	Ergebnis	
			gut	unbefriedigend
Neutralisationsplatte	3	2	1	1
Neutralisationsplatte mit Zugschrauben	6	6	6	
Kompressionsplatte	1	1	1	
Kompressionsplatte mit Zugschrauben	2	2	1	1
Rekonstruktionsplatte	1	1	1	
- Summe	13	12	10	2

4.4.2.3. Zur Humerusfraktur im Bereich der distalen Epiphyse

4.4.2.3.1. Supracondyläre Humerusfraktur

Acht supracondyläre Frakturen wurden operiert. Verwendung fanden vor allem Kirschnerbohrdrähte (siebenmal), einmal in Kombination mit zwei Zugschrauben. Bei einer Katze wurde die gesplitterte Fraktur mit einer medial angeschraubten Platte fixiert. Bei kurzem distalen Fragment (fünf Frakturen) wurde je ein Kirschnerbohrdraht über die Epicondylen bis in den Schaft vorgetrieben. Bei einer einseitig langen Schrägfraktur wurden die Fragmente unter interfragmentärer Kompression mit zwei Zugschrauben fixiert. Zur Rotationsstabilität wurde über den Epicondylus des kurzen Fragments ein Kirschnerbohrdraht in die Markhöhle eingebracht (Tabelle 27, 28).

Von acht operativ versorgten supracondylären Humerusfrakturen wurden vier überprüft, von drei Katzen liegt die Wertung des Besitzers vor. Vier der sechs mit zwei Kirschnerbohrdrähten versorgten Katzen (kurzes distales Fragment) liefen lahmheitsfrei. Zwei lahmten bei der Kontrolluntersuchung, weil die Frakturen nicht korrekt reponiert bzw. unstabil fixiert waren und es damit zur sekundären Dislokation mit Heilung in Fehlstellung und funktioneller Beeinträchtigung kam. Ein Tier zeigt nach Beschreibung des Besitzers eine Fehlstellung mit erheblicher Lahmheit (Tabelle 26).

4.4.2.3.2. Fraktur der Trochlea und des Capitulum humeri

Fünf Frakturen des Capitulum humeri und eine Fraktur der Trochlea humeri wurden operativ versorgt. Im Bereich der Gelenkrolle wurden die Fragmente mit einer (Zug-)schraube (fünfmal) und bei bis zu drei Monaten alten Tieren mit einem Kirschnerbohrdraht an den Schaft adaptiert, einmal mit einer Platte und einmal mit einer Cerclage gesichert

(Tabelle 27, 28).

Alle sechs Patienten wurden nachuntersucht. Das Heilungsergebnis bei vier Katzen ist gut (Frakturfixation mit zwei Bohrdrähten, einmal Bohrdraht und Cerclage, einmal Zugschraube, einmal Platte). Die Tiere liefen lahmheitsfrei, röntgenologisch waren keine Veränderungen im Sinne der Sekundären Arthropathia deformans nachweisbar. Bei zwei Katzen (Frakturfixation mit Zugschraube zweimal) ist das unbefriedigende Ergebnis auf eine fehlerhafte Osteosynthese zurückzuführen. Die korrekte anatomische Adaptation der Fragmente gelang nicht (Tabelle 26).

4.4.2.3.3. Y - Fraktur

Zwölf Y - Frakturen wurden operativ versorgt. Die Darstellung der Fragmente erfolgte von medial.

Nach Rekonstruktion der Gelenkwalze unter Kompression mit einer (Zug-)schraube erfolgte die Fixation an das proximale Fragment:

Bei kurzem distalem Fragment mit je einem über die Epicondylen in den Schaft vorgetriebenen Kirschnerbohrdraht (drei);

bei ausreichend langen Schrägfrakturen ohne Fissur und/oder Splitter nur mit Schrauben (vier);

bei Frakturen mit Splitter und/oder Fissur mit einer medial anmodellierten und angeschraubten Platte (fünf).

Acht Frakturen wurden überprüft, davon sechs klinisch und röntgenologisch. Bei zwei weiteren Katzen liegen Wertungen der Besitzer vor (Tabelle 26).

Zwei klinisch geprüfte Katzen liefen beschwerdefrei, (Frakturfixation zweimal mit Platte) Veränderungen im Sinne der sekundären Arthropathia deformans waren nicht nachweisbar. Ein funktionell gutes Ergebnis wurde nach Aussagen der Besitzer in zwei weiteren Fällen erzielt (Frakturfixation zweimal mit Platte).

Das bei vier Katzen unbefriedigende Ergebnis ist auf Un-

zulänglichkeiten der Osteosynthese zurückzuführen, da eine stufenlose Rekonstruktion der Gelenkwalze nicht gelang, kam es zu Veränderungen im Sinne der sekundären Arthropathia deformans mit Einschränkung der Funktion (Tabelle 26). (Frakturfixation dreimal mit (Zug-)Schrauben, einmal mit Platte)

4.4.2.4. Implantatentfernung

Die Implantate wurden nach Heilung der Fraktur, d.h. wenn der Frakturspalt röntgenologisch nicht mehr sichtbar war, entfernt.

Tabelle 26: Ergebnis nach operativer Therapie von Oberarmfrakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenks

Fraktur- lokalisa- tion	Fraktur- form	n	Osteosyntheseverfahren			Ergebnis		unter Vorbe-	
			intra-	interfrag-	Kom-	trolle gut unbefried.	behand-	gut unbe-	?
			fixation	mentäre Kom-	pression	(n)	lungsabh.	fried.	
supra- condyläre Fraktur	ohne Splitter mit	4 4	4 1	- 3	- 3	(4) (3)	1 2	- 2	1 - 1
Capitulum humeri	ohne Splitter mit	4 5 1	1 - -	3 1 -	3 1 -	(4) (1)	2 1 -	- - -	- - -
Trochlea humeri	ohne Splitter mit	1 1 -	- - -	1 - -	1 - -	(1) (1)	1 - -	- - -	- - -
Y-Fraktur des Condylus humeri	ohne Splitter mit	8 12 4	- - -	8 - 4	8 - 4	(5) (3)	- 3 1	1 - 1	3 - 1
Summe	26	26	6	20	20	(21)	8	4	5

Tabelle 27: intramedulläre Markraumfixation (Verfahren) bei Oberarmfrakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenks

Fraktur- lokalisation	Implantat(e)	Fragmente- reposition	Kontrolle (n)	Ergebnis	
				gut	unbefriedigend
			n	n	n
supracondyläre Humerusfraktur	2 Bohrdrähte	gedeckt	1	1	1
		offen	4	3	1
Capitulum humeri	2 Bohrdrähte	offen	1	1	-
Summe			6	6	2

Tabelle 28: Kompressionsosteosyntheseverfahren bei Oberarmfrakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenks

Fraktur- lokalisation	Implantat(e)	n	Kontrolle (n)	Ergebnis	
				gut	unbefriedigend
		n	(n)	n	n
supracondyläre Humerusfraktur	2 Zugschrauben und 1 Bohrdrabt	1	-	-	-
	Neutralisationsplatte	1	(1)	1	-
	2 Bohrdrähte und Zuggurtung	1	(1)	-	1
	Zugschrauben	3	(3)	2	1
Capitulum humeri	Neutralisationsplatte und Zugschrauben	1	(1)	1	-
Trochlea humeri	Zuggurtung	1	(1)	1	-
	Zugschrauben	6	(3)	1	2
	Neutralisationsplatte und Zugschrauben	4 ⁺	(4)	3	1
Y-Fraktur	2 Bohrdrähte und Zugschrauben	2	(1)	-	1
- Summe		20	(15)	9	6

+ 1 Patient zusätzlich Zuggurtung nach Osteotomie des Olekranon

5. OPERATIONSVERFAHREN

Aus der Analyse der Krankengeschichten und der der Komplikationen ergab sich:

Konservativ (in Form der Bewegungseinschränkung des Patienten durch Käfigruhe) zu versorgen sind: unvollständige (Grünzweig-), pathologische und Trümmerfrakturen im Schaftbereich des Humerus.

Operativ sollten alle anderen Schaftfrakturen, Frakturen im Bereich der proximalen (Epiphysiolysis capitis humeri) und der distalen Epiphyse (Frakturen des Capitulum bzw. der Trochlea humeri, supracondyläre Humerusfrakturen, Y - Frakturen) versorgt werden.

Durch Markraumfixation können kurze Schrägfrakturen im mittleren Schaftbereich ohne Splitter stabilisiert werden.

Frakturen im proximalen und/oder distalen Schaftdrittel sowie Splitterfrakturen sollten je nach Frakturlokalisation mit einer kranio-lateral oder medial anmodellierten und angeschraubten Platte fixiert werden.

5.1. Lagerung der Patienten

siehe Abb. 8, 9, 10

Lagerung: Zugänge von lateral (Abb. 8)

Die Katze wird in Seitenlage ausgebunden, die obenliegende, zu versorgende Gliedmaße wird distal nicht fixiert. Über den Hals, in die Achselhöhle und über die seitliche Brustwand zurück wird ein zusätzliches Band zur Fixation gespannt.



Abb.8

Lagerung: Zugänge von medial (Abb. 9)

Die Katze wird in Seitenlage ausgebunden, die untenliegende, zu versorgende Gliedmaße bleibt frei, um Reposition und Fixation der Fraktur während der Operation zu erleichtern.

Um das Tier ausreichend zu fixieren, wird die obenliegende Gliedmaße gestreckt nach hinten an Brust- und seitlicher Bauchwand anliegend ausgebunden. Zusätzlich wird ein Halteband vom Hals in die Achselhöhle der obenliegenden Gliedmaße und dann kaudal über die Brustwand gespannt.

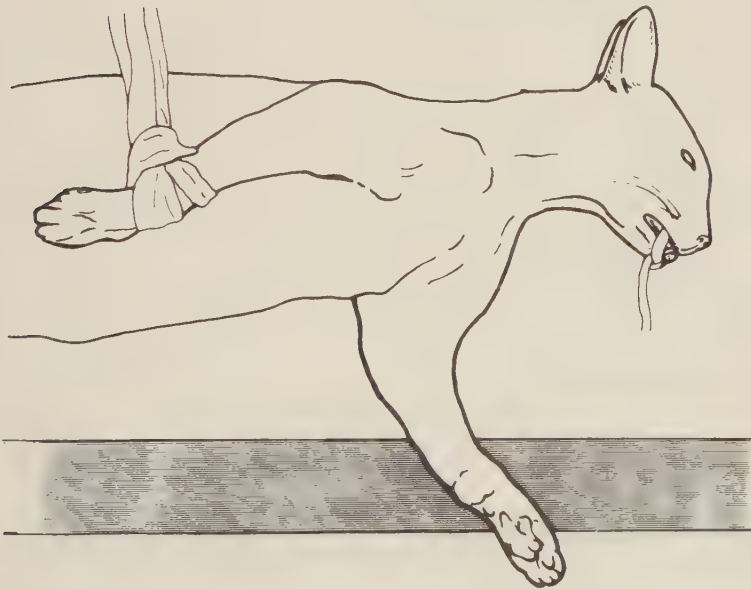


Abb.9

Lagerung: Zugänge von lateral und medial (Abb. 10)

Die Katze wird in Rückenlage ausgebunden. Der Kopf wird mit einer Unterkieferschlinge nach vorne an einen Bügel fixiert. Die zu versorgende Gliedmaße wird nach kranial so an dem Bügel befestigt, daß Unterarm und Pfote gestreckt, das Ellbogengelenk gebeugt sind. Die nicht zu versorgende Vorderextremität wird nach kaudal dem Thorax und Abdomen anliegend fixiert.

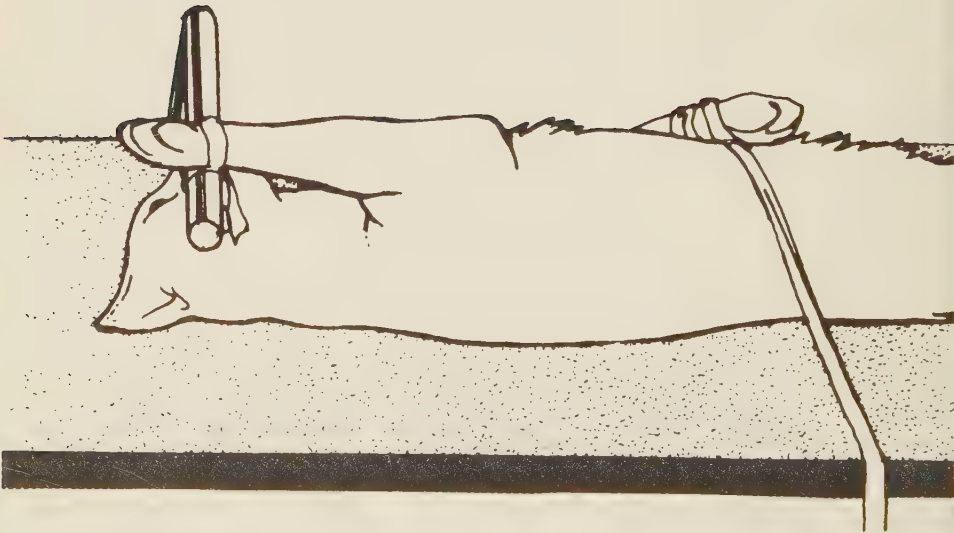


Abb.10

5.2. Epiphysiolysis capitis humeri, proximale Humerusschaftfrakturen

Für die Epiphysiolysis capitis humeri und für Frakturen im proximalen Humerusschaftbereich wird das Frakturgebiet von kraniallateral dargestellt.

Lagerung siehe Abb. 8

5.2.1. Zugang zum proximalen Ende des Humerus sowie zum proximalen Schaftdrittel von kraniallateral

Der Hautschnitt beginnt proximal über dem Acromion und wird im leichten Kranialschwung nach distal gezogen (Abb. 11). Er endet im Bereich der Schaftmitte am kranialen Rand des Humerus. Hautschnittsränder, subkutanes Fettgewebe und oberflächliche Faszie werden mobilisiert und zur Seite gespreizt (Abb. 12).

Den proximalen Wundwinkel begrenzt der M. omotransversarius (a). Zweige der V. omobrachialis (2) werden nach Möglichkeit geschont, andernfalls ligiert und durchtrennt. Die tiefe Faszie wird am Kaudalrand des M. brachiocephalicus (b) durchtrennt; dieser wird dann nach kranial gezogen. Der hierbei sichtbar werdende Hautast des N. axillaris (1) ist zu schonen. Caput humeri mit Tuberculum majus humeri (A'') sind damit ausreichend zugänglich (Abb. 13).

Das Periost wird zwischen dem kranialen Rand des M. deltoideus (c) und dem M. pectoralis profundus (d) durchtrennt und mit den Muskeln subperiostal vom Schaft gelöst (Abb. 13).

5.2.2. Osteosynthese zur Epiphysiolysis capitis humeri

Koagula und Gewebereste werden von den Bruchstellen entfernt.

Osteosynthese: Das dislozierte distale Fragment wird reponiert und mit einer am Tuberculum majus und am Hinter-

rand des distalen Fragments angesetzten Zweipunktzange vorübergehend gehalten. Zwei Kirschnerbohrdrähte werden parallel zueinander vom Tuberculum majus aus senkrecht auf den vorderen Abschnitt der Epiphyse in die hintere Kompakta gebohrt.

Der Wundverschluß erfolgt schichtweise. Die Wundränder der tiefen und oberflächlichen Faszie werden getrennt mit resorbierbarem Material genäht. Die Hautwunde wird mit nicht resorbierbarem Material versorgt. Die Wunde wird für einige Tage durch aufgeklebte Gaze geschützt.

5.2.3. Osteosynthese zu Frakturen im proximalen Humerusbereich

Koagula und Gewebereste werden von den Bruchflächen entfernt. Die reponierten Fragmente werden mit einer kranio-lateral anmodellierten Platte fixiert.

Die Wunde wird schichtweise mit Einzelheften geschlossen. Der M. pectoralis und die Pars acromialis des M. deltoideus werden getrennt an ihrem Ansatz ans Periost mit resorbierbarem Material genäht. Die Wundränder der tiefen und oberflächlichen Faszie werden jeweils mit resorbierbarem Material genäht. Die Hautwunde wird mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial versorgt. Die Wunde wird für einige Tage durch aufgeklebte Gaze geschützt.

5.3. Frakturen der Schaftmitte des Humerus offene Markraumfixation

Zur offenen Markraumfixation von Schaftfrakturen im mittleren Schaftbereich wird der Frakturbereich von kranio-lateral dargestellt.

5.3.1. Lagerung siehe Abb. 8

5.3.2. Zugang

Der Zugang entspricht dem der (bei) der Epiphysiolysis capitis humeri (Abb. 11, 12, 13, 14).

Zur Darstellung proximaler und mittlerer Schaftfrakturen wird der Schnitt durch die Haut, subkutanes Fettgewebe, Faszien und Periost nach distal verlängert. Das Caput laterale des M. triceps brachii (e) wird ebenfalls subperiostal abgelöst und zur Seite gespreizt (Abb. 14).

5.3.3. Osteosynthese (offene Markraumfixation)

Koagula und Gewebereste werden von den Bruchflächen entfernt. Die Fragmente werden reponiert und das Repositionsergebnis wird vorrübergehend mit Knochenfaßzangen bis zur Fixation aufrecht erhalten. Vom Tuberculum majus aus wird die Markhöhle langsam und schrittweise im Frakturbereich bis an die Kompakta aufgebohrt und der ausgewählte Nagel in die Markhöhle vorgetrieben. Der Nagel sollte der Kompakta im Frakturbereich eng anliegen und vom Tuberculum majus bis zum mediodistalen Ende der Markhöhle im Bereich des Foramen supracondylare reichen.

Die Wunde wird schichtweise mit Knopfheften verschlossen. Tiefe und oberflächliche Fascie werden getrennt mit resorbierbarem Material adaptiert. Die Wunde wird einige Tage durch aufgeklebte Gaze geschützt.

5.4. Schaftsplitterfrakturen, distale Schaftfrakturen

Für (Splitter-) Frakturen im mittleren und distalen Oberarmschaftbereich wird das Frakturgebiet von medial dargestellt.

5.4.1. Lagerung siehe Abb. 9

5.4.2. Zugang zum Humerusschaft von medial

Der Hautschnitt beginnt proximal im Bereich des mittleren Schaftdrittels. Er wird nach kaudal bis zum Epicondylus medialis gezogen und im Winkel nach kraniodistal verlängert. Der untere Wundwinkel liegt fingerbreit distal der Höhe des Ellbogengelenks (Abb. 15).

Subkutanes Fettgewebe und oberflächliche Fascie werden in gleicher Länge durchtrennt und mit der Haut mobilisiert und jeweils zur Seite verlagert. Die tiefe Fascie wird am kranialen Rand des M. tensor fasciae antebrachii durchtrennt und gespreizt. Der M. pectoralis profundus wird stumpf nach proximal mobilisiert und verlagert (Abb. 16). Die nun freiliegenden Gefäße und Nerven (N. medianus und A. brachialis (1), V. brachialis (2), N. musculocutaneus (3), N. ulnaris (4), Hautast des N. ulnaris (4')) werden schonend mit dem M. triceps brachii (b) mobilisiert und nach kaudal, der M. biceps brachii (c) nach kranial gespreizt (Abb. 16, 17). Im distalen Humerusschaftbereich (A) ziehen N. medianus und A. brachialis (1) gemeinsam durch das Foramen supracondylare (A'). Der das Foramen supracondylare medial begrenzende Knochensteg wird durchgesägt und der N. medianus mit der A. brachialis (1) schonend befreit, damit eine osteosynthesebedingte Schädigung des Nerven vermieden wird (Abb. 18).

5.4.3. Osteosynthese

Koagula und Gewebereste werden von den Bruchflächen entfernt. Die reponierten Fragmente werden mit einer medial anmodellierten Platte fixiert.

Tiefe und oberflächliche Faszie werden getrennt mit resorbierbarem Material adaptiert.

Die Hautwunde wird mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial versorgt. Sie wird für einige Tage durch aufgeklebte Gaze geschützt.

5.5. Frakturen des Capitulum humeri

Zur Versorgung von Frakturen des Capitulum humeri wird der Frakturbereich von lateral dargestellt.

5.5.1. Lagerung siehe Abb. 8

5.5.2. Zugang zum Ellbogengelenk von lateral

Der Hautschnitt beginnt im distalen Humerusschaftsdrittel und verläuft nach kaudal über den Epicondylus lateralis, überquert das Ellbogengelenk und endet etwa fingerbreit distal des Gelenkspaltes (Abb. 19).

Subkutanes Fettgewebe und oberflächliche Faszie werden in gleicher Länge durchtrennt und zur Seite gedrängt. Im kaudalen Wundbereich ist die tiefe Faszie über dem kranialen Rand des M. triceps brachii (a) und seiner Endsehne sichtbar. Nach Durchtrennung der Faszie kann der M. triceps brachii (a) nach kaudal gezogen werden. Damit liegen der Epicondylus lateralis humeri (A'''), der M. anconaeus (b) und die Ursprünge der Streckmuskeln (c) für Karpal- und Zehengelenke frei (Abb. 20).

Der M. anconaeus (b) wird nahe seiner lateralen Ursprungslinie am Humerus (A) abgetrennt und nach kaudal gespreizt, um so genügend Einblick ins Ellbogengelenk zu gewinnen.

Der M. extensor carpi radialis (c') wird in seinem Ursprungsbereich teilweise vom Schaft gelöst und nach kranial gespreizt. Damit ist ein relativ großer Teil der lateralen Schaftfläche proximal des Ursprungs des M. anconaeus (b) direkt zugänglich (Abb. 21). Dies erleichtert die folgende Reposition. Zu beachten ist, daß nicht zu weit nach proximal mobilisiert wird, um eine Schädigung des dort verlaufenden N. radialis zu vermeiden.

5.5.3. Osteosynthese zur Fraktur des Capitulum humeri

Nun läßt sich das gebrochene Capitulum humeri vorlagern

und zentral von der Frakturfläche aus aufbohren. Danach werden die Fragmente reponiert. Zur Überprüfung des Repositionsergebnisses wird der M. extensor carpi radialis partiell von seinem Ansatz am Oberarm gelöst und zur Seite gespreizt. Wenn die Reposition auch in diesem Bereich - Capitulum humeri und supracondylärer Abschnitt - anatomisch korrekt ist, wird das Fragment mit einer an den Epicondylen angesetzten Zweipunktzange vorübergehend gehalten. Der Bohrkanal wird bis in die Trochlea humeri gelegt, im Capitulum humeri zum Gleitloch erweitert, mit dem Gewindeschneider in der Trochlea humeri zubereitet und die entsprechende (Zug-)Schraube eingedreht. Die Wunde wird mit Knopfheften schichtweise geschlossen. Gelenkkapsel, M. anconaeus, tiefe und oberflächliche Faszien werden getrennt mit resorbierbarem Material genäht. Die Haut wird mit nicht resorbierbarem Material adaptiert. Zum Wundschutz sollte für einige Tage Gaze aufgeklebt werden.

5.6. Frakturen der Trochlea humeri

Frakturen der Trochlea humeri werden von medial dargestellt und versorgt.

5.6.1. Lagerung siehe Abb. 9

5.6.2. Zugang zum Ellbogengelenk von medial

Der Hautschnitt beginnt etwa fingerbreit proximal des Epicondylus medialis parallel zur Längsachse des Humerus-schaftes und zieht in leichtem nach kranial offenem Winkel distal über den Epicondylus medialis und endet ca. fingerbreit unterhalb des Ellbogengelenks (Abb. 22). Subkutanes Fettgewebe, oberflächliche und tiefe Faszien werden in gleicher Länge durchtrennt (Abb. 23). Der M. tensor fasciae antebrachii wird im distalen Bereich faserparallel durchtrennt und zur Seite gespreizt. Der

nun freiliegende N. ulnaris wird nach kranial zur Seite gehalten. Sodann wird der M. epitrochleoanconaeus durchtrennt und gespreizt. Das Ellbogengelenk wird dabei eröffnet (Abb. 24).

5.6.3. Osteosynthese zur Fraktur der Trochlea humeri

Die gebrochene Trochlea humeri wird vorgelagert. Sie wird zentral von der Frakturfläche aus aufgebohrt. Danach werden die Fragmente reponiert. Nach Überprüfung der Reposition im Bereich Trochlea humeri und im supracondylärem Abschnitt sowie der Gelenkfläche wird das Fragment vorübergehend mit einer Zweipunktzange gehalten. Der Bohrkanal wird bis in den Condylus humeri gelegt, in der Trochlea humeri wird es zum Gleitloch erweitert. In den Condylus humeri wird das Gewinde eingeschnitten. Die entsprechende (Zug-) Schraube wird eingedreht.

Die Wunde wird mit Einzelknopfheften schichtweise geschlossen. Gelenkkapsel, M. epitrochleoanconaeus und M. tensor fasciae antebrachii werden getrennt mit resorbierbarem Material genäht. Die Haut wird mit nicht resorbierbaren Heften adaptiert. Zum Wundschutz wird Gaze aufgeklebt.

5.7. Supracondyläre Humerusfrakturen

Das Frakturgebiet wird bei supracondylären Humerusfrakturen von lateral und medial dargestellt.

5.7.1. Lagerung siehe Abb. 10

5.7.2. Zugang zur distalen Epiphyse des Humerus von lateral und medial

Der leicht bogenförmige Hautschnitt beginnt lateral im distalen Humerusschaftdrittel, verläuft nach distal bis

zum Epicondylus lateralis und bleibt kaudal von diesem. Von dort wird er weiterhin bogenförmig nach distal, ca. fingerbreit über das Ellbogengelenk reichend, verlängert. Subkutanes Fettgewebe und oberflächliche Fascie werden in gleicher Länge durchtrennt und so weit mobilisiert, daß Haut, subkutanes Fettgewebe und oberflächliche Fascie über den Processus olecrani nach medial verlagert werden können (Abb. 25). Nun liegt die tiefe Fascie im gesamten kaudalen Ellbogengelenksbereich und im distalen Schaftbereich frei. Die Darstellung des Frakturbereichs erfolgt entsprechend dem Zugang zum Ellbogengelenk von lateral und von medial (Abb. 20, 21 und 23, 24).

5.7.3. Osteosyntheseverfahren zur supracondylären Humerusfraktur

Offene Markraumfixation

Koagula und Gewebereste werden von den Bruchflächen entfernt. Die Fragmente werden reponiert. Das Repositionsergebnis wird vorübergehend mit Knochenfaßzangen aufrechterhalten. Vom distalen Fragment, dem Epicondylus medialis und dem Epicondylus lateralis aus, wird je ein Bohrdraht in Richtung der gegenüberliegenden Kompakta des proximalen Fragments so eingebracht, daß die Bohrdrähte in ihrer Längsachse der Kompakta fest anliegen.

Zur Plattenosteosynthese wird das Frakturgebiet von medial dargestellt (Abb. 15, 16, 17, 18). Bei Splitterfrakturen und/oder Fissuren im Schaftbereich werden die von Koagula und Geweberesten befreiten Fragmente reponiert. Splitter und Fissuren werden durch (Zug-)Schraube(n) befestigt, die Fragmente mit einer medial anmodellierten und festgeschraubten Platte fixiert. Mindestens zwei Schrauben sollten im distalen Fragment Halt finden.

Der Wundverschluß erfolgt schichtweise mit Knopfheften. Tiefe und oberflächliche Fascie werden jeweils mit resorbierbarem, die Hautwunde mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial adaptiert. Zum Schutz der Hautwunde wird Gaze aufgeklebt.

5.8. Y - Frakturen des Humerus

Y - Frakturen erfordern eine Darstellung des Ellbogengelenks und des distalen Schaftbereichs von lateral und medial.

5.8.1. Lagerung siehe Abb. 10

5.8.2. Zugang

Der Zugang entspricht dem bei supracondylären Humerusfrakturen.

5.8.3. Osteosyntheseverfahren zur Y - Fraktur

Das Ellbogengelenk wird von medial und lateral eröffnet. Medial wird die Trochlea humeri vorgelagert und zentral von der Frakturfläche aus aufgebohrt. Danach wird der Condylus humeri reponiert und vorübergehend mit Knochenschrauben fixiert, der Bohrkanal bis in das Capitulum humeri gelegt und in der Trochlea humeri zum Gleitloch erweitert. In das Capitulum humeri wird das entsprechende Gewinde eingeschnitten und die ausgewählte (Zug-) Schraube von medial aus eingedreht. Der rekonstruierte Condylus humeri wird bei kurzem distalen Fragment ohne Splitter, mit zwei, jeweils vom Epicondylus aus eingebrachten Bohrdrähten an das proximale Fragment fixiert. Bei Splitterfrakturen und bei Frakturen mit ausreichend langem distalen Fragment, d.h. mindestens zwei Schrauben finden im distalen Fragment Halt, wird der Condylus humeri mit einer medial anmodellierten Platte an das proximale Fragment fixiert.

Der Wundverschluß erfolgt schichtweise mit Knopfheften, tiefe und oberflächliche Faszien werden mit resorbierbarem, die Hautwunde mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial versorgt. Zum Schutz der Hautwunde wird Gaze aufgeklebt.

Abb. 11: Zugang zum proximalen Endstück des Humerus der Katze sowie zum proximalen Schaftdrittel von cranio-lateral, Hautschnitt

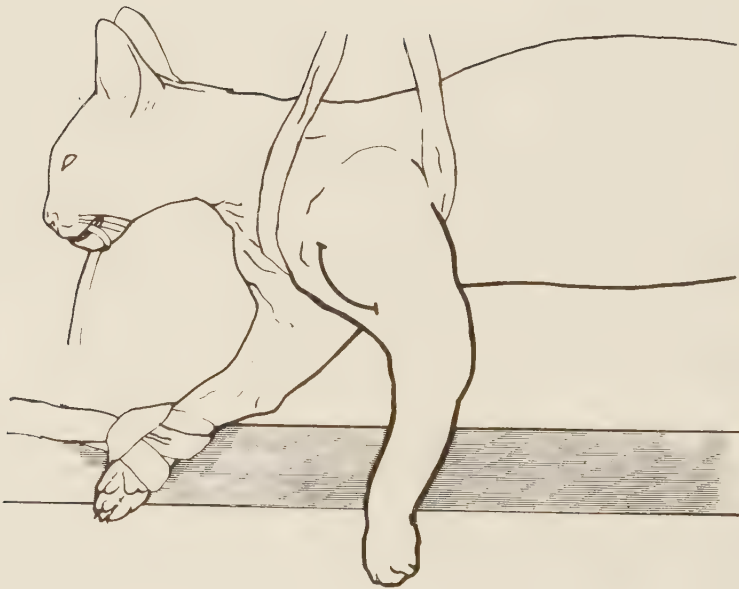


Abb.11

Abb. 12: Zugang zum proximalen Endstück des Humerus der Katze, Haut und Faszien durchtrennt
(Legende siehe Seite 76)

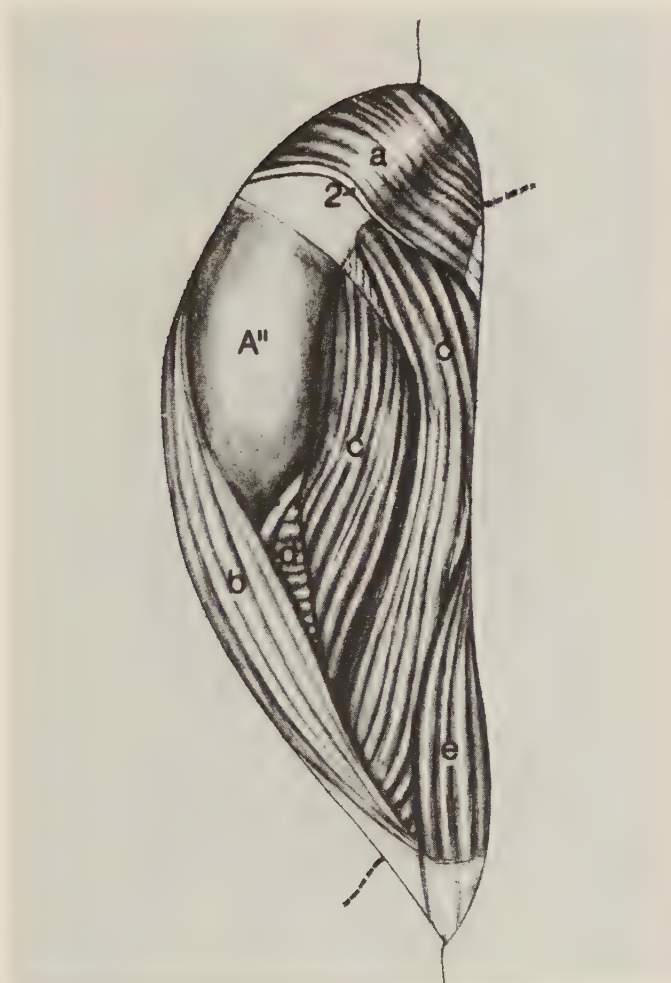


Abb.12

Abb. 13: Zugang zum proximalen Endstück des Humerus der Katze, Haut und Faszien durchtrennt, Muskeln gespreizt
(Legende siehe Seite 76)

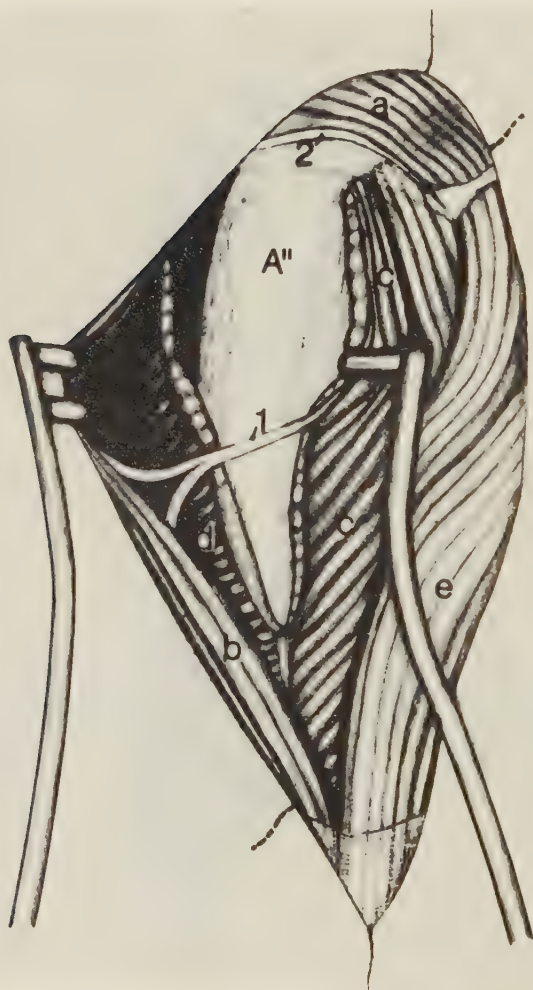


Abb.13

Abb. 14: Zugang zum proximalen und mittleren Schaftdrittel des Humerus der Katze, Haut und Faszien durchtrennt, Muskeln gespreizt
(Legende siehe Seite 76)

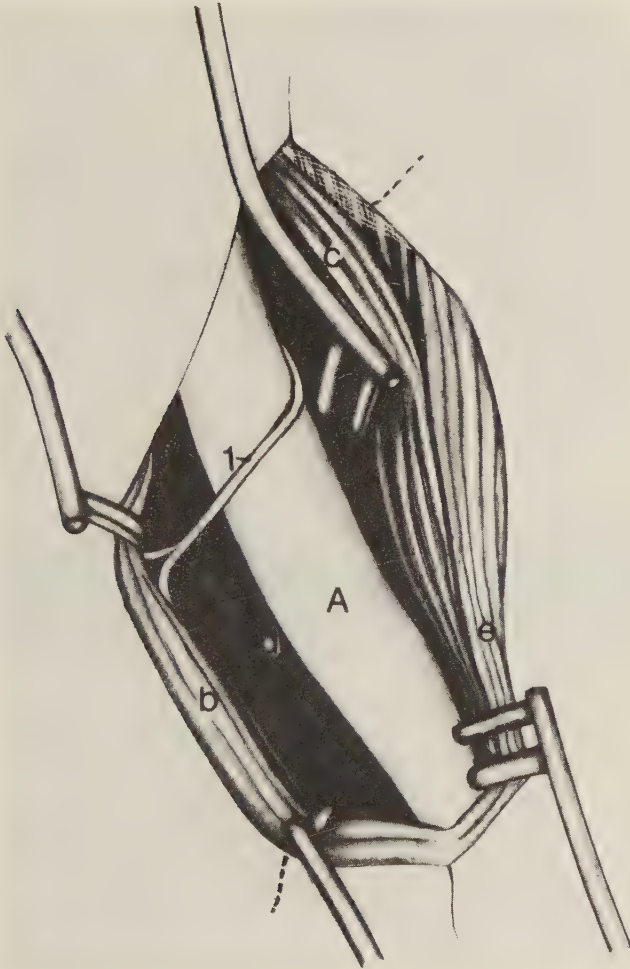


Abb.14

Legende zu Abb. 12, 13, 14:

- A : Humerus, sein proximales und mittleres Schaft-
drittel
- A'' : Tuberculum majus humeri
- 1 : N. axillaris
- 2 : V. omobrachialis
- a : M. omotransversarius
- b : M. brachiocephalicus
- c : M. deltoideus
- d : M. pectoralis profundus
- e : M. triceps brachii

Abb. 15: Zugang zum Humerusschaft der Katze von medial,
Hautschnitt



Abb.15

Abb. 16: Zugang zum Humerusschaft der Katze von medial,
Haut, Faszien und Muskeln durchtrennt und ge-
spreizt
(Legende siehe Seite 81)

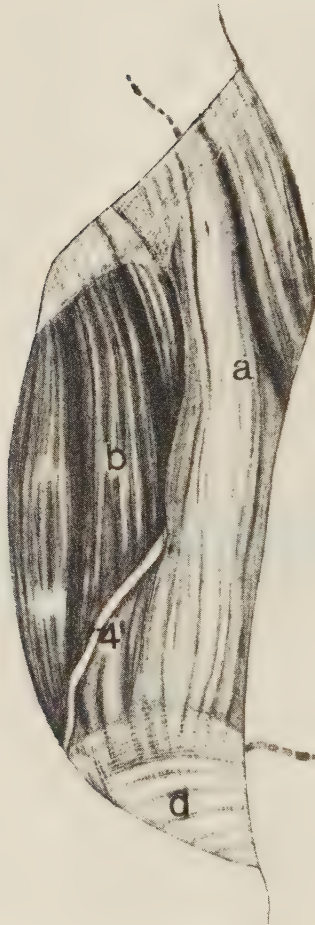


Abb.16

Abb. 17: Zugang zum Humerusschaft der Katze von medial,
Haut, Faszien und Muskeln durchtrennt und ge-
spreizt
(Legende siehe Seite 81)

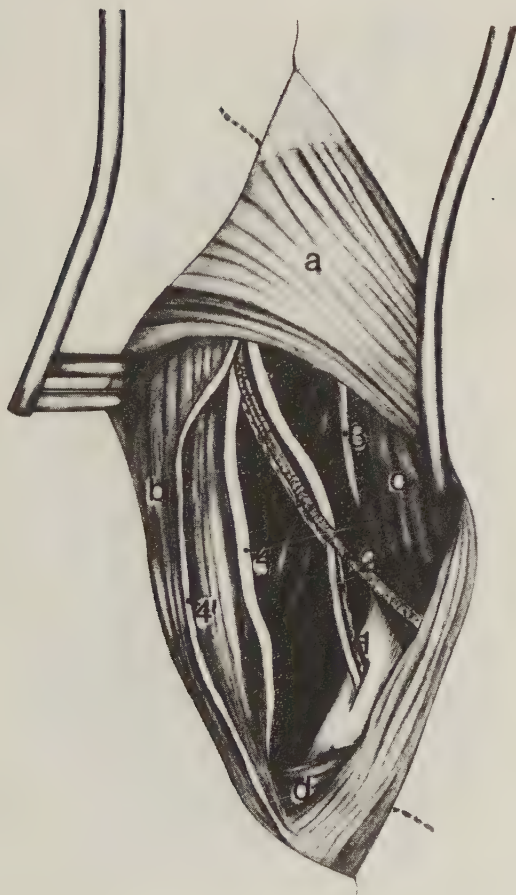


Abb.17.1



Abb.17.2

Abb. 18: Zugang zum Humerusschaft der Katze von medial, Haut, Faszien und Muskeln durchtrennt und gespreizt, Foramen supracondylare - medialer Knochensteg osteotomiert (↑)
(Legende siehe Seite 81)

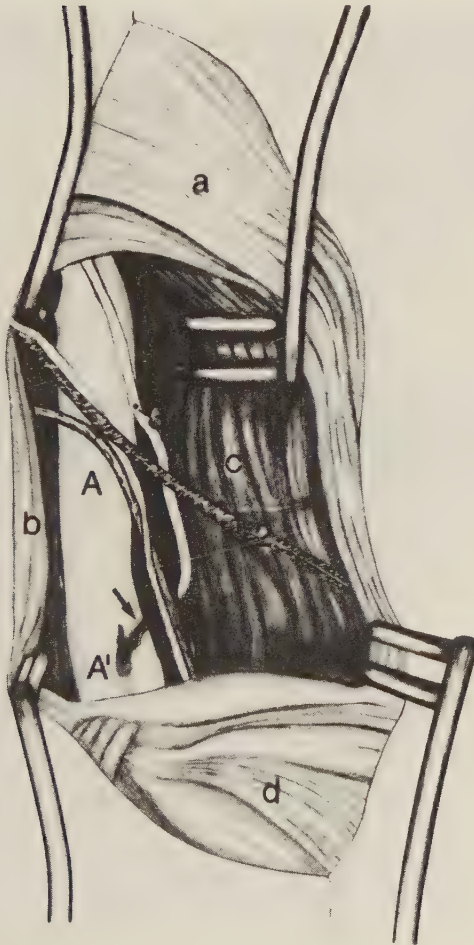


Abb.18

Legende zu Abb. 16, 17, 18:

- A : Humerus, sein mittleres und distales Schaft-
drittel
- A' : Foramen supracondylare
- 1 : N. medianus und A. brachialis
- 2 : V. brachialis
- 3 : N. musculocutaneus, seine distalen Muskeläste
- 4 : N. ulnaris
- 4' : Hautast des N. ulnaris
- a : Mm. pectorales
- b : M. triceps brachii
- c : M. biceps brachii
- d : Karpal- und Zehenbeuger

Abb. 19: Zugang zum Ellbogengelenk der Katze von lateral,
Hautschnitt



Abb.19

Abb. 20: Zugang zum Ellbogengelenk der Katze von lateral,
Haut und Faszien durchtrennt
(Legende siehe Seite 85)

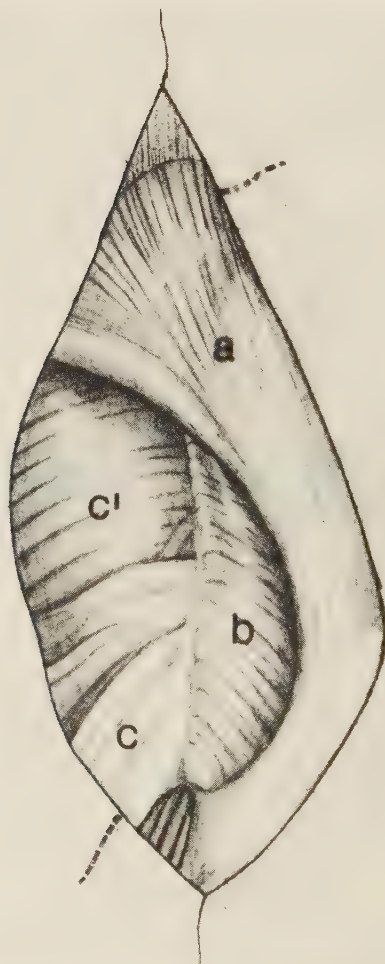


Abb.20

Abb. 21: Zugang zum Ellbogengelenk der Katze von lateral,
Haut, Faszien und Muskeln durchtrennt und ge-
spreizt
(Legende siehe Seite 85)

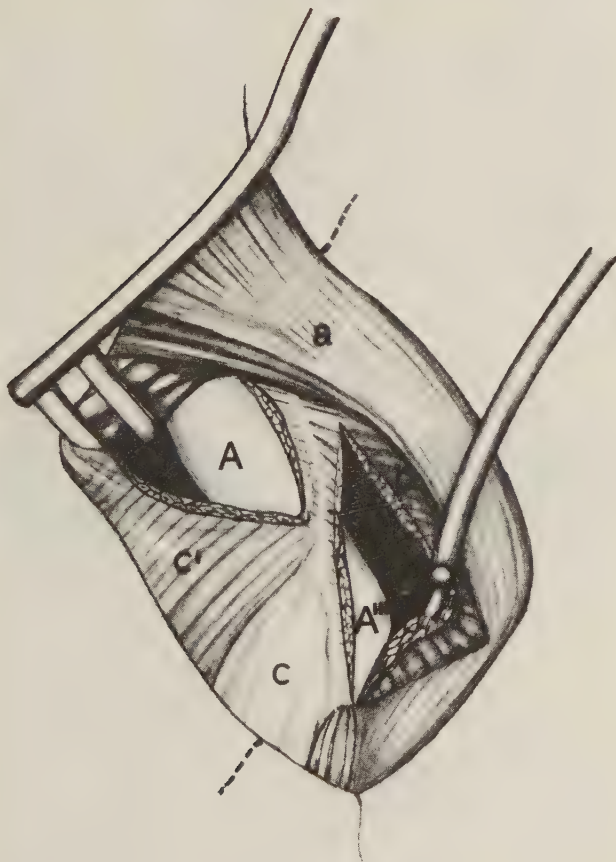


Abb.21

Legende zu Abb. 20, 21:

- A : Humerus, sein distales Schaftdrittel
- A''' : Epicondylus lateralis humeri
- a : M. triceps brachii
- b : M. anconaeus
- c : Karpal- und Zehenstrecker
- c' : M. extensor carpi radialis

Abb. 22: Zugang zum Ellbogengelenk der Katze von medial,
Hautschnitt



Abb.22

Abb. 23: Zugang zum Ellbogengelenk der Katze von medial,
Haut und Fasziendurchtrennt
(Legende siehe Seite 89)

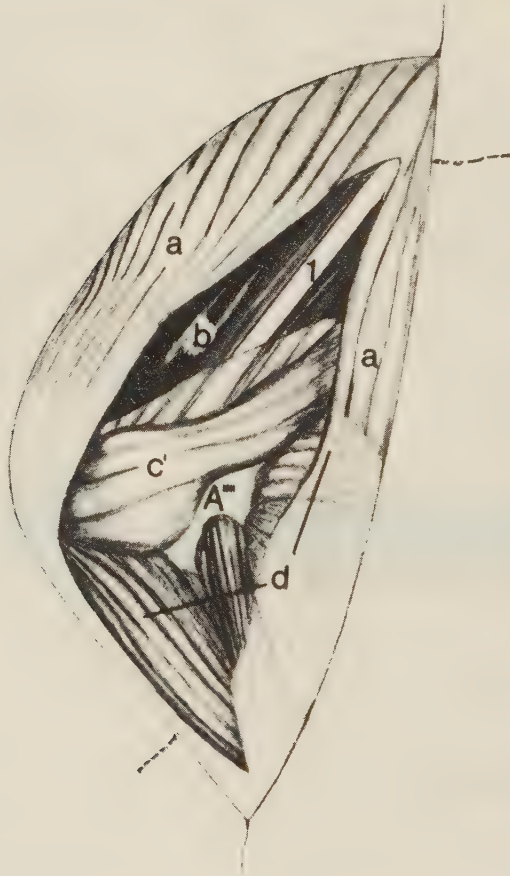


Abb. 23

Abb. 24: Zugang zum Ellbogengelenk der Katze von medial,
Haut, Faszien und Muskeln durchtrennt und ge-
spreizt
(Legende siehe Seite 89)

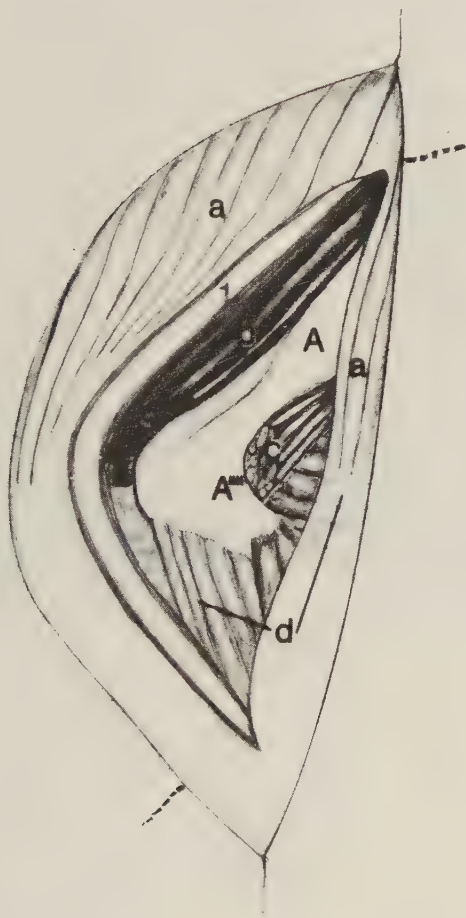


Abb.24

Legende zu Abb. 23, 24:

- A : Humerus, sein distales Schaftdrittel
- A''': Epicondylus medialis
- 1 : N. ulnaris
- a : M. tensor fasciae antebrachii (faserparallel
durchtrennt)
- b : Caput mediale des M. biceps brachii
- c : M. epitrochleoanconaeus (Mc CLURE, DALLMANN,
GARETT 1973)
- d : Beuger der Karpal- und Zehengelenke

Abb. 25: Zugang zum distalen Humerusschaft und zum Ellbogengelenk von lateral und medial, Hautschnitt

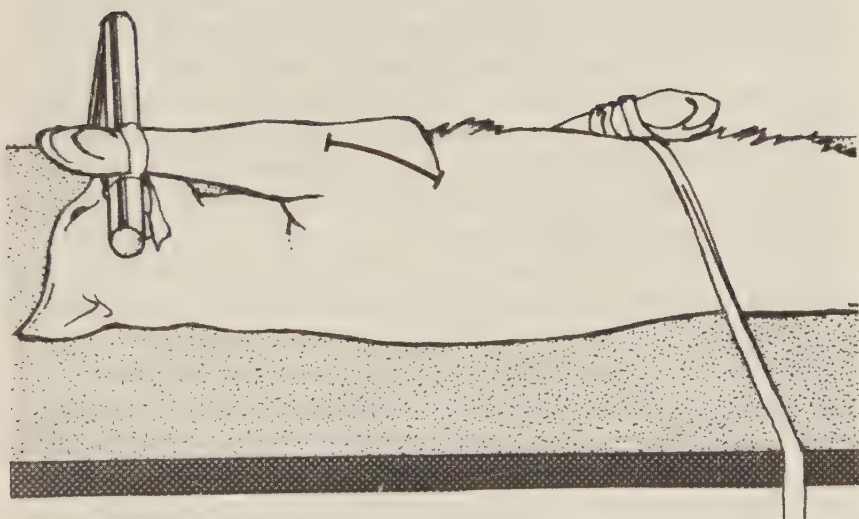


Abb.25

6. DISKUSSION

Nach der vorliegenden Literatur sind Humerusfrakturen bei der Katze selten. Sie treten vorwiegend im Bereich der Diaphyse des Humerus auf (OMROD 1966; HERRON 1975; ROSENHAGEN 1978; PHILLIPS 1979), wobei Angaben über Häufigkeit, Lokalisation und Form der Oberarmbrüche meist fehlen. Es liegen keine Berichte über vergleichende Untersuchungen der verschiedensten Behandlungsverfahren vor.

Nach den Untersuchungsunterlagen der Chirurgischen Tierklinik der Universität München aus den Jahren 1970-1978 sind von 1126 Extremitäten-Frakturen bei der Katze 12,7 % $\pm$ 143 Oberarmbrüche. FUCHS 1978, STOSCH 1980 und EULER 1979 stellen bei ihren Untersuchungen von Frakturen der Katze 41,9 % Femurfrakturen, 22,7 % Unterschenkelfrakturen und 22,7 % Unterarmfrakturen fest.

Im eigenen Untersuchungsmaterial (143 Humerusfrakturen) waren die Frakturen der proximalen Epiphyse (2,8 %) selten. Die Mehrzahl der Brüche wurden im Bereich der Diaphyse gefunden (51,1 %, vor allem in deren mittlerem Abschnitt (33,5 %). Frakturen am Condylus humeri machten 44,8 % der Gesamtzahl der Oberarmbrüche bei der Katze aus. Von diesen Condylusfrakturen betreffen 15,5 % das Capitulum, 6,2 % die Trochlea, 50 % sind Y-Frakturen und 29,6 % liegen supracondylär. Diese Häufigkeitsverteilung entspricht den Beobachtungen von SCHEBITZ und BRUNNBERG (1974, 1976) beim Hund. Bei diesem treten jedoch bis zu 70 % der Humerusfrakturen im Bereich des Condylus humeri auf (SCHEBITZ, BRUNNBERG 1974, 1976, 1980; LEONARD 1960; RADZIKOWSKI 1971; KASA 1974).

45 % der Oberarmbrüche waren "glatte" Quer- oder Schrägfrakturen. Diese Bruchform betraf vor allem junge Katzen. 55 % der Frakturen waren gesplittert, davon wurden in der Mehrzahl Brüche mit sehr kleinen Splintern festgestellt. 22 von 81 Katzen unter einem Alter von 12 Monaten und 54 von 57 Katzen, die älter als ein Jahr waren, zeigten Split-

terbrüche. Diese hohe Zahl der Splitterfrakturen bei ausgewachsenen Katzen ist mit der, im Alter besonders bei der Katze zunehmenden, Härte und Sprödigkeit des Knochens zu erklären.

Nach der Anamnese ist der Sturz aus großer Höhe die häufigste Bruchursache (35,5 %), dann folgt der Autounfall (15,2 %). Damit in Einklang steht die hohe Zahl (37,6 %7 zusätzlicher Verletzungen (Tabelle 12). Dies unterstreicht auch die bekannte Forderung nach gründlicher Allgemeinuntersuchung jedes Unfallpatienten.

Über die Hälfte (58,6 %) der Humerusfrakturen wurde bei Katzen bis zum Alter von einem Jahr festgestellt. Dies trifft auch für Brüche anderer Extremitäten bei der Katze zu (FUCHS 1978; EULER 1979; STOSCH 1980).

Besonders Frakturen des Condylus humeri traten häufiger bei jungen als bei ausgewachsenen Tieren auf. SCHEBITZ und BRUNNBERG (1974, 1976) haben entsprechendes beim Hund beobachtet.

Aus der Analyse der Krankengeschichten und des Heilungserfolges ergeben sich trotz der relativ geringen Zahl (100 Frakturen, 42 konservativ, 58 operativ behandelt) Anhaltspunkte für das therapeutische Vorgehen bei Oberarmfrakturen der Katze.

Die konservative Frakturversorgung in Form der Ruhigstellung des Patienten (Käfigruhe) hat sich bei unvollständigen (Grünholzfrakturen) und pathologischen Frakturen der Diaphyse des Humerus als günstig erwiesen. Die überprüften Katzen zeigten ein gutes Ergebnis.

Bei dem pathologischen Frakturtypus finden wegen der geringen bzw. verminderten Festigkeit des Knochens Implantate keinen sicheren Halt. Eine Stabilisierung der Fraktur kann hier operativ nicht erreicht werden. Zusätzlich zur Käfigruhe wird bei einer allgemeinen Skeletterkrankung eine, den Knochenstoffwechsel günstig beeinflussende Diät (Mineralstoffe) verabreicht.

Hingegen hat sich die operative Frakturversorgung von gelenknahen und Schaftfrakturen der konservativen Therapie im

Hinblick auf den Heilungserfolg als überlegen gezeigt (SCHEBITZ, BRUNNBERG 1974, 1976, 1980).

Bei der operativen Versorgung der Epiphysis capitis humeri wird der Frakturbereich von kranio-lateral (Abb. 12, 13) dargestellt. Die Frakturflächen werden vom umgeschlagenem Periost befreit und die Fragmente reponiert. Um jeder erneuten Dislokation zu begegnen, wird das Repositionsergebnis mit zwei - vom Tuberculum majus aus senkrecht auf den vorderen Abschnitt der Epiphysenfuge bis in die hintere Kompakta des distalen Fragments vorgetriebenen - Kirschnerbohrdrähten gesichert. Mit dieser Operationstechnik wird die Beschädigung der Wachstumsfuge vermieden. Die allgemeinen Erfahrungen bei der Epiphysiolysenbehandlung in der Chirurgischen Tierklinik München beim Hund zeigen, daß mit dieser Operationstechnik keine Wachstumsstörungen nach Epiphysiolysis zu erwarten sind.

Konservativ ist eine exakte Reposition der Fragmente nicht, oder nur unter Gewaltanwendung möglich, was eine Schädigung des Fugenknorpels zur Folge hat. Letztlich ist aber eine Aussage über die Leistungsfähigkeit der operativen Versorgung der Epiphysiolysis capitis humeri der Katze anhand der eigenen Untersuchungen nicht möglich. Trotz intensiver Bemühungen konnte das Spätergebnis der operativ versorgten Epiphysiolysen des Caput humeri nicht überprüft werden. Die operative Versorgung der Fraktur am Condylus humeri ist notwendig, weil die Fragmente unblutig meist nicht zu reponieren sind und/oder das Repositionsergebnis durch konservative Maßnahmen nicht aufrechterhalten werden kann. Verbleibt auch eine nur geringfügige Gelenkinkongruenz, folgt daraus eine sekundäre Arthropathia deformans, die früher oder später zu einer funktionellen Beeinträchtigung führt. Werden dagegen die Fragmente exakt, - d.h. der Frakturspalt ist nicht mehr sichtbar - reponiert und fixiert, was nur unter Sichtkontrolle (offene Reposition und Fixation) gelingt, ist mit einer Restitutio ad integrum zu rechnen. Deswegen erfolgt bei der Fraktur des Capitulum humeri, die Darstellung des Frakturbereichs, das Herrichten des Bohr-

kanals und das Eindrehen der (Zug-)Schraube von lateral unter Sichtkontrolle bei eröffnetem Ellbogengelenk. Ehe der Bohrkanal in die Trochlea humeri verlängert und die (Zug-)Schraube eingedreht wird, wird das Repositionsergebnis im supracondylären Bereich überprüft. Um eine Verletzung der Epiphysenfuge zu verhindern, ist bei Katzen im Alter bis zu einem Jahr darauf zu achten, daß die (Zug-)Schraube fugenparallel eingebracht wird. Das Operationsergebnis war gut. Bei der Fraktur der Trochlea humeri erfolgt die Darstellung des Frakturbereichs, das Herrichten des Bohrkanals und das Eindrehen der (Zug-)Schrauben von medial unter Sichtkontrolle bei offenem Ellbogengelenk. Bei Frakturen von Katzen im Alter bis zu einem Jahr ist die (Zug-)Schraube fugenparallel zu plazieren.

Der Zugang zum Ellbogengelenk erfolgt bei Y-Frakturen von lateral und medial über einen Hautlappenschnitt (Abb. 25). Der rekonstruierte Condylus humeri wird bei kurzem distalem Fragment mit zwei, über den Epicondylus lateralis sive medialis eingetriebenen Bohrdrähten an dem proximalen Fragment befestigt. Dieses Operationsverfahren wurde neu erarbeitet, Ergebnisse liegen noch nicht vor. Bei ausreichend langem distalem Fragment - mindestens zwei Schrauben müssen Halt finden - wird der rekonstruierte Condylus humeri mit einer medial anmodellierten und angeschraubten Platte an das proximale Fragment fixiert. Vier von acht überprüften Patienten zeigten ein gutes Ergebnis.

Supracondyläre Frakturen des Humerus der Katze werden von lateral und medial dargestellt. Bei kurzem distalem Fragment erfolgt die Adaptation des distalen an das proximale Fragment mit je einem, vom Epicondylus lateralis sive medialis aus, eingetriebenen Kirschnerbohrdraht. Von fünf so versorgten Katzen zeigten drei ein gutes Heilungsergebnis. Bei Splitterfrakturen mit ausreichend großem distalem Fragment, ist die Fixierung der Fraktur mit einer medial anmodellierten und angeschraubten Platte günstiger. Hierbei ist der N. medianus und die A. brachialis aus dem Foramen supracondylare zu befreien (Abb. 16, 17, 18) und aus dem Gebiet

der Osteosynthese zu verlagern. Nur die mit einer Neutralisationsplatte versorgte Katze zeigte ein gutes Ergebnis. Die Fixation des Condylus humeri an das proximale Fragment nur mit (Zug-)Schrauben hat sich in drei von vier Fällen als unbefriedigend erwiesen, da auf diese Weise keine ausreichende Stabilisierung erreicht wird.

Bei den durchgeführten Operationen gelang es in neun von 21 überprüften Fällen nicht den Condylus humeri in geforderter Weise zu reponieren und zu fixieren. Darauf ist der geringe Heilungserfolg zurückzuführen.

Auch bei der Versorgung der Oberarmschaftfrakturen bei der Katze haben sich die operativen Methoden bewährt. Mit konservativen Maßnahmen sind die Grundforderungen der Frakturbehandlung nach Ruhigstellung des Frakturbereiches nicht zu erfüllen. Die beiden benachbarten Gelenke des Oberarms können durch Verbände nicht sicher immobilisiert werden (SCHEBITZ, BRASS 1975). Kurze Schräg- und Querfrakturen im mittleren Schaftbereich des Humerus wurden mit einer Markraumfixation versorgt. Am Oberarm der Katze ist nur das mittlere Schaftdrittel auf Grund seines gleichmäßig geformten Markraumes für eine Stabilisierung mit einem Marknagel geeignet (Abb. 6, 7). Der Frakturbereich wird von kraniolateral dargestellt. Nach Vorbereitung des Markraumes wird der ausgewählte Nagel eingeschlagen. Da kleine Splitter und Fissuren sowohl durch Röntgenaufnahmen, wie auch bei der Durchleutungskontrolle mit dem Bildverstärker, nicht sicher erkannt werden können, hat sich die "offene" (d.h. unter Sichtkontrolle) Markraumfixation als günstiger erwiesen. Nach der Markraumfixation wurde ein gutes Heilungsergebnis (90 %) erzielt. Die Mißerfolge sind auf Indikationsfehler (Splitterfrakturen, Frakturen mit Fissuren) zurückzuführen. Splitterbrüche und Frakturen im proximalen und distalen Schaftdrittel werden mit einer Platte stabilisiert.

Frakturen im mittleren Schaftbereich, für die eine Markraumfixation ungeeignet ist und bei Frakturen im distalen Schaftdrittel wird der Frakturbereich von medial dargestellt. Um Verletzungen des N. medianus und der A. brachialis zu

vermeiden, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, Nerv und Gefäß aus dem Foramen supracondylare zu befreien und zu verlagern. Dazu wird der knöcherne Steg, der das Foramen supracondylare medial verschließt, osteotomiert (Abb. 17, 18). Nerv und Gefäß werden schonend befreit. Die nun medial nahezu ebene Fläche erleichtert das Anmodellieren der Platte und damit die Fixation der reponierten Fragmente. 83,3 % der mit dieser Technik versorgten Patienten zeigten ein gutes Heilungsergebnis.

Die Mißerfolge sind auf eine instabil angebrachte Platte zurückzuführen. Bei den eigenen Untersuchungen war die Plattenosteosynthese der Markraumfixation unterlegen. Die Plattenosteosynthese bietet jedoch den Vorteil, daß sie bei fast jedem Frakturtyp, also auch bei schwierig zu reponierenden und zu fixierenden Frakturen durchgeführt werden kann.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Häufigkeit der Oberarmfraktur bei der Katze, deren Entstehung, die Behandlung und deren Ergebnis werden nach Literaturangaben erörtert.

Die im Hinblick auf die Versorgung wichtigen anatomischen Kenntnisse des Humerus der Katze werden beschrieben. In den Jahren 1970-1978 wurden 138 Katzen mit 143 Oberarmfrakturen vorgestellt. 58,6 % der Katzen verunfallten im ersten Lebensjahr. Splitterfrakturen traten vermehrt bei über einem Jahr alten Katzen auf. Häufigste Unfallursachen waren Sturz (35,5 %) und Autounfall (15,2 %).

Frakturen im Bereich der proximalen Epiphyse (4) waren selten. Meist war der Schaft (72) und die distale Epiphyse (62) betroffen. Im Bereich der distalen Epiphyse wurden 10 Frakturen des Capitulum humeri, 4 Frakturen der Trochlea humeri, 32 Y-Frakturen und 19 supracondyläre Humerusfrakturen festgestellt.

Aus der Analyse der Krankengeschichten hat sich ergeben, daß Frakturen im Bereich der proximalen und distalen Epiphyse operativ versorgt werden sollten, da die Reposition unblutig meist nicht gelingt, oder aber das Repositionsergebnis konservativ nicht aufrechterhalten werden kann. Die Behandlungsverfahren der verschiedenen Frakturformen werden dargestellt.

Die Frakturen im Bereich des Schaftes sollten konservativ (in Form der Bewegungseinschränkung des Patienten) bei unvollständigen (Grünzweig-), pathologischen Frakturen und Trümmerfrakturen behandelt werden. Kurze Schrägfrakturen im mittleren Schaftbereich ohne Splitter können ausreichend sicher durch Markraumfixation stabilisiert werden.

Frakturen im proximalen und/oder distalen Schaftdrittel sowie Splitterfrakturen sollten je nach Frakturlokalisation mit einer craniolateral oder medial anmodellierten und angeschraubten Platte fixiert werden.

Von 100 Frakturen bei 99 Katzen wurden 42 konservativ und 58 operativ versorgt. 52 % der konservativ und 70,6 % der operativ behandelten Oberarmbrüche wurden kontrolliert.

Von den konservativ versorgten Frakturen zeigten 40 % der Schaftfrakturen und 87,5 % der Frakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenks ein unbefriedigendes Ergebnis.

Bei 74 % der operativ versorgten Frakturen war das Heilungsergebnis gut, bei 26 % unbefriedigend (21 % Frakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenks, 5 % Schaftfrakturen).

Dabei wurden nach Plattenosteosynthese bessere Ergebnisse erzielt als durch andere Verfahren.

8. SUMMARY

The anatomy, etiology of the humerus fractures in the cat as well as the methods of treatment with their results, are discussed with reference to the literature.

In eight years (1970-1978) 138 cats with 143 humerus fractures were presented. In 58,6 % of the cats, the accident occurred in the first year of age.

Comminuted fractures occurred mainly in cats older than one year. The most common cause were accidental falls from heights (35,5 %) and car accidents (15,2 %).

Fractures in the proximal epiphysis (4) were not frequent; mostly the shaft (72) and the distal epiphysis were involved. In the reach of the distal epiphysis there were diagnosed: ten fractures of the Capitulum humeri, four fractures of the Trochlea humeri, 32 Y-fractures and 19 supracondylea fractures of the humerus.

Fractures in the region of the proximal and distal epiphysis should be treated operatively, because the reposition is conservatively generally not possible, or the reposition cannot be maintained.

Fractures in the region of the shaft should be treated: Conservatively (in form of a movement-restriction by means of cage rest) in "incomplete" humerus fractures (greenstick), pathological fractures and comminuted fractures. Non comminuted short oblique fractures in the middle of the humerus-shaft can be treated satisfactorily by intramedullary fixation.

Fractures in the proximal and/or distal third of the shaft as well as comminuted fractures, depending on the localisation, should be treated with plates (modelled from craniolateral or medial).

From 100 fractures in 99 cats 42 fractures were treated conservatively and 58 operatively. 52 % from the conservatively and 70,6 % from the operatively treated humerus fractures were re-examined.

40 % of the shaft fractures and 87,5 % of the fractures

involving the elbow-joint which were treated conservatively showed unsatisfactory results.

Of the operatively treated fractures, 74 % showed good results, 26 % unsatisfactory results (21 % of which were fractures involving the elbow-joint and 5 % the humerus-shaft).

With the osteosynthesis by plates better results were obtained as compared to other methods.

9. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALLGÖWER, M. (1972)
Allgemeine und spezielle Chirurgie.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
2. BAUMBERGER, A., L. LAKATOS (1978)
Ein Beitrag zur Behandlung von Humerusfrakturen im
distalen Schaftbereich bei der Katze.
Schweiz. Archiv f. Tierheilkunde 120, (4), 195
3. BEDFORD, P.G. (1969)
Dislocation of the shoulder-joint with fractures of
the caput humeri in a cat.
J. small anim. pract. 10, (9), 519
4. BESSMER, R.R., S.H. CARR (1973)
Surgical Repair of two Fractures in a cat: Humeral
Epiphysis and Mandibular Symphysis.
Feline Practice 3, (6), 33
5. BRADEN, T.D. (1975)
Surgical correction of humeral fractures.
In current techniques in small animal surgery
ed. by M.J. Bojrab, Philadelphia, USA,
Verlag Lea and Febiger, 509
6. BRUNNBERG, L. (1974)
Humerusfrakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenks -
Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1972.
Vet. Med. Diss. München
7. CARTER, H.E. (1964)
The clinical approach to Fractures in small Animals
The Veterinary Record 76 (49), 1412

8. CLAES, L., P. HUTZSCHENREUTER (1977)
Corticalisdruckfestigkeit bei Hund und Katze und Huhn.
Kleintierpraxis 22, 100
9. CLARK, L. (1970)
The effect of excess Vitamin A on longbone growth
in kittens.
J. comp. pathol. 80, (4), 625
10. CLARK, L. (1973)
Growth rates of epiphyseal plates in normal kittens
and in kittens fed excess Vitamin A. A fluorescent
tabelling and histological study.
J. comp. pathol. 83, (4), 447
11. CURGY, J.J. (1965)
Apparition et soudure des points d'ossification des
membres chez les mammifères.
Mémoires du Muséum National D'Histoire
Naturelle Série A. Zoologie, Tome XXXII, Fascicule 3
12. EISENMENGER, E. (1964)
Frakturen mehrerer langer Extremitätenknochen bei Hund
und Katze.
Wiener tierärztl. Monatsschrift 51, 658
13. EVERS, W.H. (1968)
Radial nerve injury associated with a humeral fracture
in a cat.
J. am. vet. med. assoc. 152, (11), 1671
14. EULER, B. (1979)
Unterarmfrakturen bei der Katze - Behandlung und Ergeb-
nisse in den Jahren 1970-1978.
Vet. med. Diss. München

15. FUCHS, R. (1978)
Femurschaftfrakturen bei der Katze - Behandlung und
Ergebnisse in den Jahren 1970-1977.
Vet. Med. Diss. München
16. GERLACH, W. (1960)
Physik.
Fischer Bücherei KG, Frankfurt am Main, Hamburg
17. GRAU, H., P. WALTER (1967)
Grundriß der Histologie und vergleichenden mikrosko-
pischen Anatomie der Haussäugetiere.
Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg
18. HAASE, W. (1936)
Physikalisch-technische Untersuchungen an Knochenbrü-
chen.
Habilitationsschrift, Friedrich-Wilhelms-Universität,
Berlin
19. HENSCHER, E. (1973)
Zum Längenwachstum vom Humerus, Os femoris und Tibia
des Hundes.
Kleintierpraxis 18, 98
20. HERRON, M.R. (1975)
Orthopedic surgery.
In Feline Medicine & Surgery, ed. by E.J. Catcott
American Veterinary Publications, Inc. Drawer KK, Santa
Barbara, Calif.
21. HILL, F.W.G. (1977)
A survey of bone fractures in the cat.
J. Small Anim. Pract. 18, 457

22. JOHNER, R. (1972)
Helv. chir. acta 39, 409
23. KASA F., G. KASA (1974)
Humerusfrakturen.
Arch. tierärztl. Fortbildung 1, 203
24. KAYANJA, F.J. (1970)
The postnatal development of the blood supply of the
humerus in the cat.
Anat. Anz. 127, (3), 354
25. KNECHT, C.D. (1978)
Fractures in cats: a survey of 100 cases.
Feline Practice 8, (3), 43
26. KÖSTLIN, R. (1973)
Kniegelenk(nahe) Frakturen des Femur bei Hund und
Katze - Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-
1972.
Vet. Med. Diss. München
27. KOLATA, R.J., N.H. KRAUT, D.E. JOHNSTON (1974)
Patterns of Trauma in Urban Dogs and Cats.
J. Amer. Vet. Med. Ass. 164, (5), 499
28. LEONARD, E.P. (1960)
Orthopedic Surgery of the Dog and Cat.
W.B. Saunders Co., Philadelphia, London
29. LÖFFLER, K., D. MAHLER, W. VOLCKART (1978)
Konservative und einfache operative Methoden zur
Frakturbehandlung bei der Katze.
Kleintierpraxis 23, (3), 103

30. Mc CLURE, R., M.J. PALLMAN, P.D. GARETT (1973)
Cat Anatomy.
An atlas, text and dissection guide
Lea & Febiger, Philadelphia, Pa.
31. MÜLLER, H. (1955)
Anatomische Grundlagen und Klinik der stabilen Osteosynthese bei Hund und Katze.
Zentralblatt Vet. Med. 2, 56
32. NEUERT, H. (1969)
Experimentalphysik für Mediziner, Pharmazeuten, Biologen.
Bibliographisches Institut, Mannheim, Wien, Zürich
Hochschultaschenbücher Verlag
33. NICKEL, R. A. SCHUMMER, E. SEIFERLE (1968)
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band I: Bewegungsapparat.
4. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg
34. OMROD, A.N. (1966)
Limb Fractures in the Dog and Cat: IV. Fractures of the fore Limb.
J. small anim. Pract. 7, 155
35. PHILLIPS, I.R. (1979)
A survey of bone fractures in the dog and cat.
J. small. Anim. Pract. 20, 661
36. PRIEUR, W.D. (1976)
Die konservative und operative Frakturbehandlung beim Kleintier. I. Teil
Der prakt. Tierarzt 57, (8), 485

37. PRIEUR, W.D. (1976)
Die konservative und operative Frakturbehandlung
beim Kleintier. II. Teil
Der prakt. Tierarzt 57, (9), 561

38. RADZIKOWSKI, A. (1971)
Die Humerusfraktur beim Hund - Behandlung, Komplika-
tionen und Ergebnisse in den Jahren 1959-1969.
Vet. Med. Diss. München

39. RICHARD, M.G., V.K. MALIESVORAN (1973)
Studies an the osteosynthesis of long bones in canines
and felines with intramedullary pins.
Indian Vet. Journal 50, (10), 1038

40. ROSENHAGEN, C. (1978)
Spezielle Chirurgie.
In Katzenkrankheiten, Klinik und Therapie
Herausgeber W. Kraft und U.M. Dürr
M. & H. Schaper Verlag, Hannover

41. SANDRITTER W., B. BENECKE (1974)
Allgemeine Pathologie, Lehrbuch für Studierende und
Ärzte
F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart, New York

42. SCHAEFFER, H. (1932)
Die Ossifikationsvorgänge im Gliedmaßenskelett der
Hauskatze.
Gegenbaurs Morph., Jahrb. I Anat. u. Entwicklungsges.
Leipzig 70, 548

43. SCHEBITZ, H., W. BRASS (1975)
Allgemeine Chirurgie für Tierärzte und Studierende.
Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg

44. SCHEBITZ, H., L. BRUNNBERG, B. VOLLMERHAUS, H. WAIBL,
B. BECK (1976)
Zur Versorgung der Frakturen am Condylus humeri des
Hundes.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 89, 382
45. SCHEBITZ, H., L. BRUNNBERG (im Druck)
Zur Oberarmfraktur des Hundes.
46. SCHENK, R. (1975)
Biomechanik der Frakturheilung.
Archiv für Tierärztliche Fortbildung, Bd.1, 165
47. SCHENK, R.K., S.M. PERREN (1977)
Biologie und Biomechanik der Frakturheilung am Röhren-
knochen als Grundlage der Osteosynthese.
40. Jahrestagung der dt. Gesellschaft für Unfallheil-
kunde e. V.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
48. SCHENK, R.K., H.R. WILLENEGGER (1977)
Zur Histologie der primären Knochenheilung.
Unfallheilkunde 80, 155
49. SCHENK, R.K. (1978)
Die Histologie der primären Knochenheilung im Lichte
neuer Konzeptionen über den Knochenumbau.
Unfallheilkunde 81, 219
50. SCHMIDTKE, H.O. (1975)
Die konservative Frakturbehandlung - Möglichkeiten
und Grenzen.
Pract. Tierarzt 56, 41

51. SMITH, R.N. (1968)
Appearance of Ossification Centres in the kitten.
J. small Anim. Pract. 9, 497
52. SMITH, R.N. (1969)
Fusion of ossification centres in the cat.
J. small Anim. Pract. 10, (9), 523
53. STEFANOWSKI, T., J. ZABLOCKI (1969)
Variations of the supracondylar foramen in the
domestic cat. .
Folia Morphol. (Warsz) 28, (3), 417
54. STORCK, H. (1947)
Über Form, Bau, Beanspruchung und Leistung des Knochens.
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
55. STOSCH, B. (im Druck)
Unterschenkelfrakturen bei der Katze - Behandlung
und Ergebnisse in den 1970-1979
Vet. Med. Diss. München
56. TRIEPEL, H. (1908)
Einführung in die physikalische Anatomie
III. Die trajektoriiellen Strukturen.
J. F. Bergmann Verlag, Wiesbaden
57. WOJUNKE, L. (1956)
Ein Beitrag zur Frakturbehandlung der Katze.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 63, 220

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr.Dr.h.c.
H. Schebitz für die Überlassung des Themas und die mir
jederzeit gewährte Unterstützung.

Herrn Dr. L. Brunnberg und Herrn Dr.Dr.habil. H. Waibl
möchte ich ebenfalls für Anleitung und wertvolle Hilfe
danken.

Ich danke auch allen Mitarbeitern der Klinik und des
Institutes für Anatomie, die mir mit Rat und Tat bei-
standen.

Lebenslauf

Am 20. 11. 1953 wurde ich als zweite Tochter des Dipl.Ing. Alfred Staimer und seiner Ehefrau Marianne geb. Bawiedemann in München geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Aschaffenburg - Leider und in München erwarb ich im Juni 1973 das Zeugnis der Reife am Maria-Ward-Gymnasium der Englischen Fräulein in München - Nymphenburg.

Im November 1973 begann ich das Studium der Tiermedizin an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München, das ich im November 1978 mit dem Staatsexamen beendete. Seit Dezember 1978 bin ich als vollbeschäftigte wissenschaftliche Hilfskraft an der Chirurgischen Tierklinik der Universität München tätig.

